

# COMUNE DI MONOPOLI

Provincia di BARI

## P.U.E. PER UN COMPARTO CLASSIFICATO

*"Aree per attività di nuovo impianto"*

compreso tra la Via Baione e la strada Parco di Tucci

## SUBCOMPARTO "A"

### ELABORATI DI TESTO E DOCUMENTARI

### STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGIA E GEOTECNICA

Collaboratore: Dr. Geol. Giuseppe GIGANTE



ditte proponenti DAG s.r.l.

Costruzioni EUROCARPEN s.r.l.

NAVE MARIA

progettisti

Ing. LUIGI SORINO

Ing. LEONARDO LENOCI

Ing. FRANCESCO SUSCA

Ing. INNOCENZO LENOCI

## Tavola C

rapp. 1: \_\_\_\_\_

Gennaio 2014

P.U.E. SUBCOMPARTO "A" ELABORATO COME DA PLANIMETRIA TAV. 3,24 VISTATA CON PROT. 278 DEL 03/01/2014

# **COMUNE DI MONOPOLI**

## **PIANO URBANISTICO ESECUTIVO IN AREA CLASSIFICATA “CONTESTI PER ATTIVITÀ DI NUOVI IMPIANTI”**

**Proposta di individuazione di un Sub-Comparto compreso tra la Via Baione,  
la nuova strada PUG e la Strada Parco di Tucci  
(art. 7/P, co. 7.03 delle N.T.A. del vigente PUG)**

### **RELAZIONE GEOLOGICA**

*ditte proponenti:*      *Costruzioni EUROCARPEN s.r.l.*  
                                 *Sig.ra NAVE Maria*  
                                 *DAG IMMOBILIARE s.r.l.*

*Il geologo*  
**Dott. Geol. Giuseppe Gigante**



A circular professional stamp of the geologist Giuseppe Gigante. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI" at the top, "geologo GIUSEPPE GIGANTE N. 718" in the center, and "PUGLIA" at the bottom. To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink.

**Gennaio 2014**

## ***INDICE***

---

- **PREMESSA**
- **LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL SITO**
- **LINEAMENTI GEOLOGICI, LITOSTRATIGRAFICI E TETTONICI**
- **GEOMORFOLOGIA ED IDROGRAFIA DEL TERRITORIO**
- **IDROGEOLOGIA**
- **INQUADRAMENTO SISMICO**
- **PRINCIPALI CARATTERI FISICO-MECCANICI DELLE FORMAZIONI  
ROCCIOSE AFFIORANTI**

## **PREMESSA**

Su incarico delle ditte proponenti: Costruzioni EUROCARPEN s.r.l., Sig.ra NAVE Maria, DAG IMMOBILIARE s.r.l., è stato redatto il presente studio geologico a corredo della documentazione del Piano Urbanistico esecutivo (PUE), in area classificata “Contesti per attività di nuovi impianti” - Proposta di individuazione di un Sub-Comparto confinante con Via Baione. In Tabella 1 sono riportate le particelle catastali interessate dal PUE.

Dal momento che il Piano Urbanistico esecutivo può definire la distribuzione delle funzioni, dei servizi e le loro interrelazioni, le caratteristiche planivolumetriche degli interventi, gli standard e l’arredo urbano etc., al fine di perseguire queste finalità, uno degli elementi da considerare è il

rapporto dell’intervento con il contesto in cui si inserisce, nei suoi aspetti di carattere fisico, geologico e morfologico, nella relazione con le invarianti e con gli spazi limitrofi.

A tal riguardo il presente documento fornisce un’analisi geologico-strutturale, geomorfologica ed idrogeologica del territorio oggetto di studio e delle aree circostanti, orientata soprattutto all’individuazione di fonti di rischio geologico, idraulico, idrogeologico e sismico. Il tutto indirizzato a realizzare una pianificazione territoriale compatibile con il modello generale di assetto geologico e geomorfologico.

La ricostruzione del modello generale dell’assetto geologico è stata condotta attraverso l’articolazione e l’elaborazione di dati geologici rivenienti da fonti di tipologia diverse (lavori scientifici, professionali, cartografie esistenti), integrati dalle evidenze emerse da sopralluoghi puntuali ed indagini speditive condotte nell’area.

La definizione del modello generale di assetto geologico ha comportato la caratterizzazione degli aspetti principali dell’ambito territoriale in esame quali: la definizione della sequenza litostratigrafia, l’assetto geomorfologico dell’area interessata, l’incidenza dei fenomeni carsici, l’assetto idrogeologico e i principali elementi idrodinamici, la definizione delle principali proprietà fisiche e meccaniche dei litotipi affioranti, la classificazione sismica nelle aree di intervento, la redazione delle cartografie tematiche.

Gli studi e le indagini sono stati condotti secondo le indicazioni e le prescrizioni contenute nelle Normative e Piani di seguito elencati:

- D.M. 14 gennaio 2008: “Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare Applicativa C.S.LL.PP. 2 febbraio 2009 n.617: “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008”;
- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell’Autorità di Bacino della Puglia (12/11/04 e nota 25/CT del 15/12/04), in vigore dal Dicembre 2005;

- OPCM 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” successive modificazioni e collegata normativa regionale ;
- Del. G.R. n. 1328 del 3 agosto 2007: “Approvazione definitiva del Documento Regionale di Assetto Generale (DRAG) – Indirizzi, criteri e orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto dei Piani Urbanistici Generali (PUG), Legge regionale 27 luglio 2001, n. 20, art. 4, comma 3, lett. b) e art. 5, comma 10 bis, adottato con Deliberazione di Giunta regionale 27 marzo 2007, n. 375”.
- Documento Regionale di Assetto Generale (DRAG) , ai sensi dell’art. 4, comma 3, lett. b), della Lr 20/2001, determina “gli indirizzi, i criteri e gli orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto degli strumenti di pianificazione provinciale e comunale, nonché i criteri per la formazione e la localizzazione dei Piani urbanistici esecutivi (PUE) di cui all’art. 15”; il comma 10 bis dell’art. 5 della medesima legge regionale, introdotto dall’art.38 della Lr 19 luglio 2006, n. 22;
- Piano Urbanistico Territoriale Tematico / Paesaggio (PUTT/P), approvato con Del. GR n.1748 del 15 dicembre 2000, in adempimento di quanto disposto dalla legge n. 431 del 8 Agosto 1985 e dalla legge regionale n.56 del 31 Maggio 1980.
- Piano Regolatore Generale (P.R.G.) - Norme Tecniche di Attuazione, Variante Generale al P.R.G. Approvato con D.R. n. 722 del 24.08.77
- Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Monopoli approvato con Delibera di Consiglio Comunale n°68 del 22/10/2010 e pubblicata Bollettino Ufficiale della Regione Puglia del 4 novembre 2010.

Proprietà	Particella	S CATASTALE
	A	B
EUROCARPEN srl	261	5.033
	229	5.662
NAVE	343	6.728
DAG srl	440	1.267
	441	190
	442	250
	439	5.021
	443	7.505
	117	480
	444	648
	445	4.296
	446	170
	451	2.986
	452	4.082
	453	1.010
	440b	445

**Foglio 9**

Tab. 1 - Particelle catastali interessate dal PUE "A"

## LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA

Il sito, situato nel comprensorio comunale di Monopoli, si presenta subpianeggiante e debolmente digradante verso la costa (Fig.1), ha una quota altimetrica media di circa 42m s.l.m. ed un altimetria compresa fra 44.6m s.l.m e 40.2 m s.l.m; le coordinate del punto medio dell'area oggetto di studio sono: WGS84 UTM33 691009E e 4536690N e/o Gauss Boaga 2711018E e 4536769N.

Tale area ricade nel Foglio 456 "Monopoli" alla scala 1:50.000, nella Tavoletta IGM 190 I NO "Monopoli" alla scala 1:25.000 (Fig.2), nel Elemento N.456043 della Carta Tecnica Regionale della Puglia denominata "Torre d'Orte" alla scala 1:5000 (Fig.3) e nel Foglio 190 "MONOPOLI" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

L'area interessata dal ~~PUE, tra la Via Baione e la Strada Parco di Tucej~~, tipizzata nel PRG come "Contesti per attività di nuovi impianti", è ubicata a Nord-Ovest del centro urbano di Monopoli ed è compresa fra la ferrovia a valle e la S.S.16 a monte (Fig.4). In Tabella 1 sono riportate le particelle catastali interessate dal PUE.



Fig.1 – Vedute dell'area di studio.

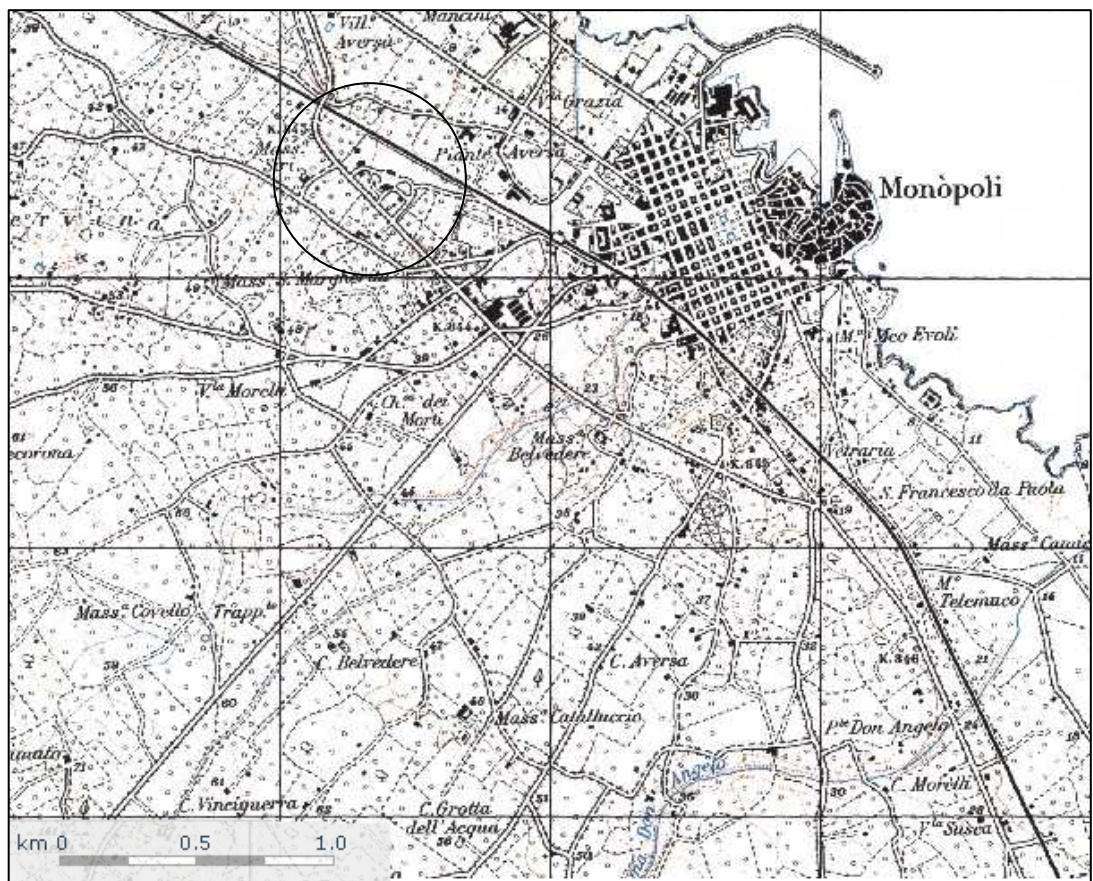


Fig.2 - Ubicazione dell'area di studio (stralcio IGM 190 I NO).



Fig.3 - Ubicazione dell'area di studio (stralcio CTR della Puglia Elemento N.456043).



Fig.4 - Ubicazione dell'area di studio.

## **LINEAMENTI GEOLOGICI, LITOSTRATIGRAFICI E TETTONICI**

L'area in esame come l'intero territorio comunale di Monopoli è caratterizzata, dal punto di vista geologico, da una potente successione carbonatica, ascrivibile al dominio della Piattaforma Apula, costituita da calcari e calcari dolomitici risalenti al Cretaceo e rappresentati in affioramento dalla formazione del Calcarea di Bari su cui poggiano in trasgressione depositi Plio-Pleistocenici costituiti da calcareniti di ambiente costiero più o meno compatte (Calcareniti di Gravina) che rappresentano i sedimenti di apertura del ciclo deposizionale della Fossa Bradanica (cfr. Fig.5 - Carta geologica e Fig. 6 – Sezione geologica).

Il Calcarea di Bari, riferibile al Barremiano-Turoniano (Cretaceo), affiorante estesamente a monte e a Nord-Est dell'area studiata (Fig.5), è rappresentato da un'alternanza di calcari biancastri micritici e/o bioclastici, stratificati, da compatti a fratturati e/o vacuolari, e di calcari dolomitici a grana fine o microcristallina grigiastri, fratturati. La distribuzione spaziale dei calcari dolomitizzati risulta spesso difficilmente riconoscibile, anche se ne è stata rilevata l'importanza sulla circolazione idrica sotterranea.

Tale formazione si presenta in strati e in banchi, diffusamente soggetti a carature da dissoluzione, irregolarmente fratturati e fessurati, frequentemente interessati dalla presenza di livelli di terra rossa. Tali livelli, che possono assumere spessori anche di alcuni metri, sono depositi residuali connessi a prolungate fasi di continentalità delle succitate formazioni carbonatiche. La presenza di questi depositi residuali è indicativa del ruolo a volte estremamente intenso giocato dal carsismo, che frequentemente si esplica attraverso la presenza di vacuoli da centimetrici a decimetrici fino a trasformarsi in vere e proprie cavità.

Su questa potente serie carbonatica, poggiano, in contatto trasgressivo, unità calcarenitiche ascrivibili alla formazione delle Calcareniti di Gravina, note anche in letteratura come Tufi delle Murge (Fig.6). Il contatto trasgressivo, evidenziato da una superficie di discontinuità, è spesso molto irregolare, talora marcato dalla presenza di livelli più grossolani conglomeratici e/o da depositi di terra rossa.

Tali depositi presenti estesamente lungo la fascia costiera affiorano nell'area di studio, in modo più o meno continuo (Fig.5). Nell'area però risultano essere poco visibili e/o mascherati sia perché ci troviamo in una porzione di territorio sub pianeggiante, sia per l'estesa presenza di terreno agrario e sia per gli interventi antropici che hanno alterato l'originaria morfologia di gran parte del territorio.

I depositi calcarenitici, depositatisi in ambiente di mare poco profondo, presentano una struttura generalmente compatta, sono fossiliferi, poco o nulla stratificati, a granulometria variabile; inoltre, sono a luoghi intercalati da depositi sabbiosi e/o limoso-argillosi e talvolta

ricoperti da depositi colluviali d'esiguo spessore (inferiori al metro). Lo spessore è estremamente variabile e genericamente decrescente muovendosi dalla costa verso l'interno; nell'area è quantificabile nell'ordine dei 5-6m. anche se talvolta si possono incontrare sacche di spessore maggiore talvolta superiore ai 10m.

In Fig.7, sono riportate alcuni foto del litotipo calcarenitico che mostrano come lo stesso si presenta in affioramento nei dintorni dell'area considerata; l'aspetto principale è l'andamento tabulare associato ad una debole e/o quasi assente di stratificazione.

Le successioni carbonatiche sono interessate da sistemi di faglie variamente orientate; quelle più importanti corrispondono alle strutture disgiuntive, con direzione NO-SE, ONO-ESE e O-E. Questi sistemi di faglia, attivi dal Mesozoico fino al Pleistocene, hanno prevalentemente un carattere distensivo, a cui talora è associata una componente trascorrente, come nel caso di quelli antiappenninici.

Le diverse faglie hanno scomposto in blocchi la piattaforma carbonatica, conferendogli un assetto strutturale a horst asimmetrico, esteso in direzione appenninica. Il blocco murgiano più sollevato dell'horst corrisponde alle Murge Alte rispetto al quale l'asse dell'ampia antifornte risulta essere spostato a NE di circa 30 Km. Dall'alto strutturale in esame si snodano due opposte gradinate di faglia: a NE, verso l'Adriatico, e a SO, verso la catena appenninica.

Attualmente l'intera area murgiana risulta tettonicamente stabile. Il basamento carbonatico è solcato da giunti tettonici che conferiscono all'ammasso roccioso una fratturazione e fessurazione localmente anche intensa. A tali fenomeni disgiuntivi si accompagnano fenomeni di dissoluzione carsica, collegati ai regimi idrogeologici delle acque di percolazione e sotterranee.

Nell'area in esame, a causa dell'andamento subpianeggiante non si evidenziano strutture tettoniche significative anche se a valle della stessa dopo la ferrovia, laddove si sviluppa una caduta di pendio coincidente con un terrazzo morfologico (cfr. Fig.9) non si può escludere la presenza di una faglia a debole rigetto. Sicuramente il territorio non risulta essere interessato da lineamenti tettonici a scala regionale.

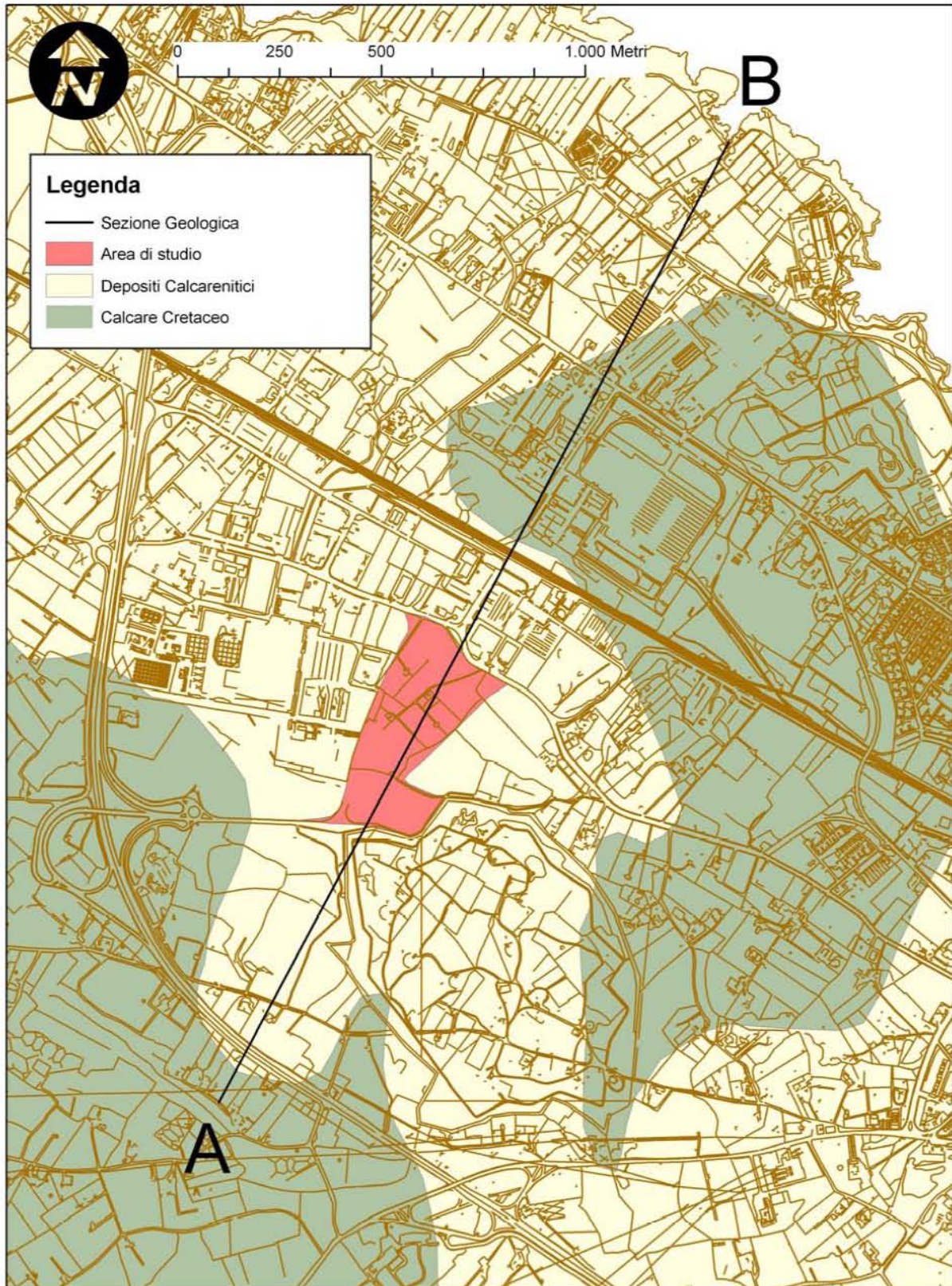


Fig.5 - Carta Geologica dell'area di studio.

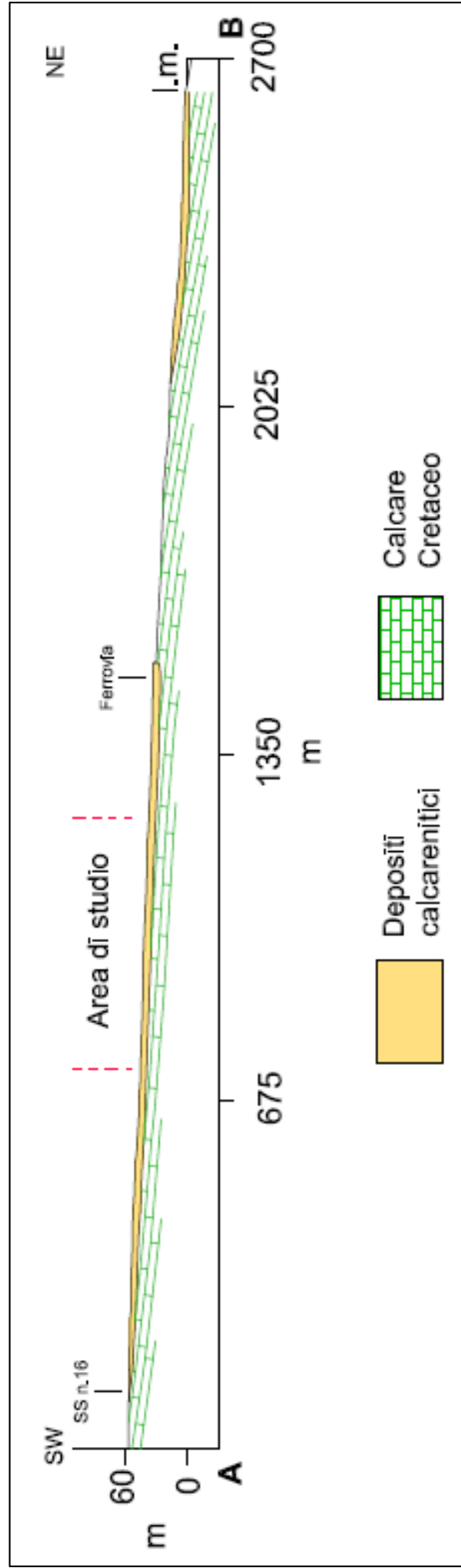


Fig. 6 – Schema dei rapporti stratigrafici (Sezione geologica A-B).

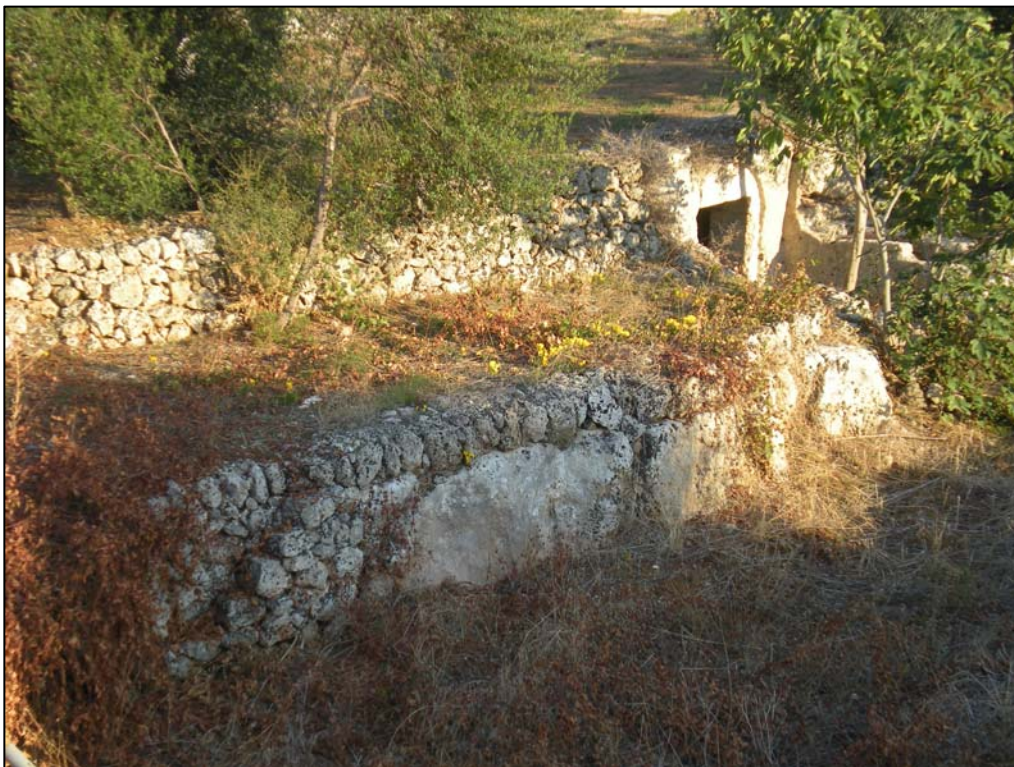


Fig.7 - Caratteristiche litologiche e tessiturali delle Calcareniti di Gravina in affioramento.

## GEOMORFOLOGIA ED IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

I caratteri morfologici rispecchiano quelli propri dell'area del Sud-Est barese, con la presenza di una gerarchia di superfici terrazzate allungate parallelamente alla linea di costa e dislocate a varie quote andando dal mare verso l'interno e la cui origine sarebbe da ascrivere a fattori tettonici e/o a fenomeni glacio-eustatici. A valle del sito d'indagine si riconoscono alcune piccole ma evidenti cadute di pendio, presumibilmente correlate ad oscillazioni del livello medio marino (Fig.8).

I caratteri morfologici generali delle Murge, estendibili anche al territorio oggetto della presente, sono essenzialmente correlati alla presenza di una serie di vasti ripiani che degradano verso la costa a mezzo di scarpate, alte al massimo poche decine di metri.

Gli elementi morfologici principali quali scarpate, ripiani rilievi e depressioni si sviluppano preferibilmente lungo direzioni WNW-ESE o E-W e, subordinatamente, N-S o SW-NE, ossia in coincidenza con le principali direttrici tettoniche (cfr. Fig.8).

La serie dei vasti altipiani, raccordati da modeste scarpate che si osservano anche sul lato adriatico delle Murge, è da mettere in relazione alla struttura a gradinata originata dal sistema di faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico di notevole rigetto. Le scarpate che delimitano i ripiani corrispondono spesso ad originari piani di faglia rielaborati dall'erosione e dal mare.

Anche gli elementi morfologici minori (rilievi e depressioni) sono da mettere in relazione a strutture tettoniche (pieghe, graben) a conferma che i caratteri strutturali costituiscono il fattore principale della morfologia murgiana.

Uno dei fenomeni condizionanti il paesaggio murgiano ed i caratteri dell'idrografia superficiale nonché della circolazione sotterranea, considerata l'estensiva presenza del basamento mesozoico, è la presenza del carsismo. Tale fenomeno, risulta diffuso e, spesso, causa di cavità interstratali o sovrimposte a direttrici tettoniche. Nei depositi di piattaforma carbonatica 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 d'ambiente cotidale-lagunare (micriti magnesiache) che, viceversa, inibiscono lo sviluppo del carsismo perché poco solubili e impermeabili.

Le forme carsiche di superficie (doline, uvala, inghiottitoi) sono molto frequenti nelle parti alte della Murgia; nel passaggio verso le aree costiere le forme del carso nudo lasciano il posto al carso coperto ad opera delle terre rosse colluviali ed eluviali che ricoprono i pianori delle Murge basse e della fascia costiera. Ciò comporta che l'attività carsica non ha ovunque la stessa intensità: ad aree interessate da un macrocarsismo (Grotte di Castellana) si affiancano aree manifestanti un microcarsismo.

Nel territorio comunale di Monopoli insistono grotte di dimensioni variabile, concentrate essenzialmente lungo costa e comunque a valle dell'area di interesse. La presenza diffusa del fenomeno carsico comporta che nel territorio comunale siano segnalate aree soggette a pericolosità geomorfologica (elevata), che comunque bordano l'area di studio ma che non la interessano direttamente (Fig.9).

L'elevata estensione in affioramento delle rocce carbonatiche mesozoiche condiziona in modo determinante le modalità di alimentazione e di deflusso delle acque di precipitazione meteoriche che generalmente si infiltrano rapidamente nel sottosuolo.

Nell'area, di natura carsica non è presente una circolazione idrica di superficie stabile, ma un reticolo idrografico dai contorni talvolta incerti con deflusso idrico sul fondo occasionale. L'intero territorio di studio è pertanto privo di un reticolo fluviale attivo, laddove risulta, al contrario, presente un reticolo fluviale fossile, a luoghi, articolato e complesso, la cui principale forma è rappresentata dalle lame, incisioni che attualmente, per motivi climatici ma anche per cause antropiche, sono interessate al trasporto di acqua solo in concomitanza di eventi pluviali di notevole entità (Fig.8).

L'origine della lame è connessa principalmente a motivi strutturali, che hanno portato alla formazione di lineazioni su cui poi si sono impostati i tracciati attualmente visibili, ed alla natura delle rocce carbonatiche su cui l'azione erosiva delle acque ha giocato un ruolo fondamentale per il loro modellamento. Si tratta di incisioni con fianchi piuttosto ripidi e con il fondo riempito di materiale alluvionale e che si sviluppano lungo tracciati frequentemente molto articolati e la cui direzione di deflusso si esplica secondo una direttrice prevalente SO-NE e quindi subperpendicolare alla linea di costa. Attualmente gran parte delle linee di impluvio secondarie risultano quasi o del tutto scomparse a causa degli interventi antropici sul territorio che ne hanno cancellato le evidenze; nell'area in esame non sono segnalate aree soggette a pericolosità idraulica (Fig.10).

In considerazione di quanto sopra esposto, in merito alla idrografia del territorio, si richiama l'attenzione di chi legge e **si dichiara che**, in ottemperanza alla normativa vigente recante le misure del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia istituita secondo la LR 19/2002, **l'area di intervento non ricade in alcuna zona a rischio e che pertanto non è soggetta ad azione di tutela (Fig.11)**. Va comunque fatto notare che sono presenti delle zone, a valle del sito, soggette a rischio idraulico per la presenza di pericolosità geomorfologica.

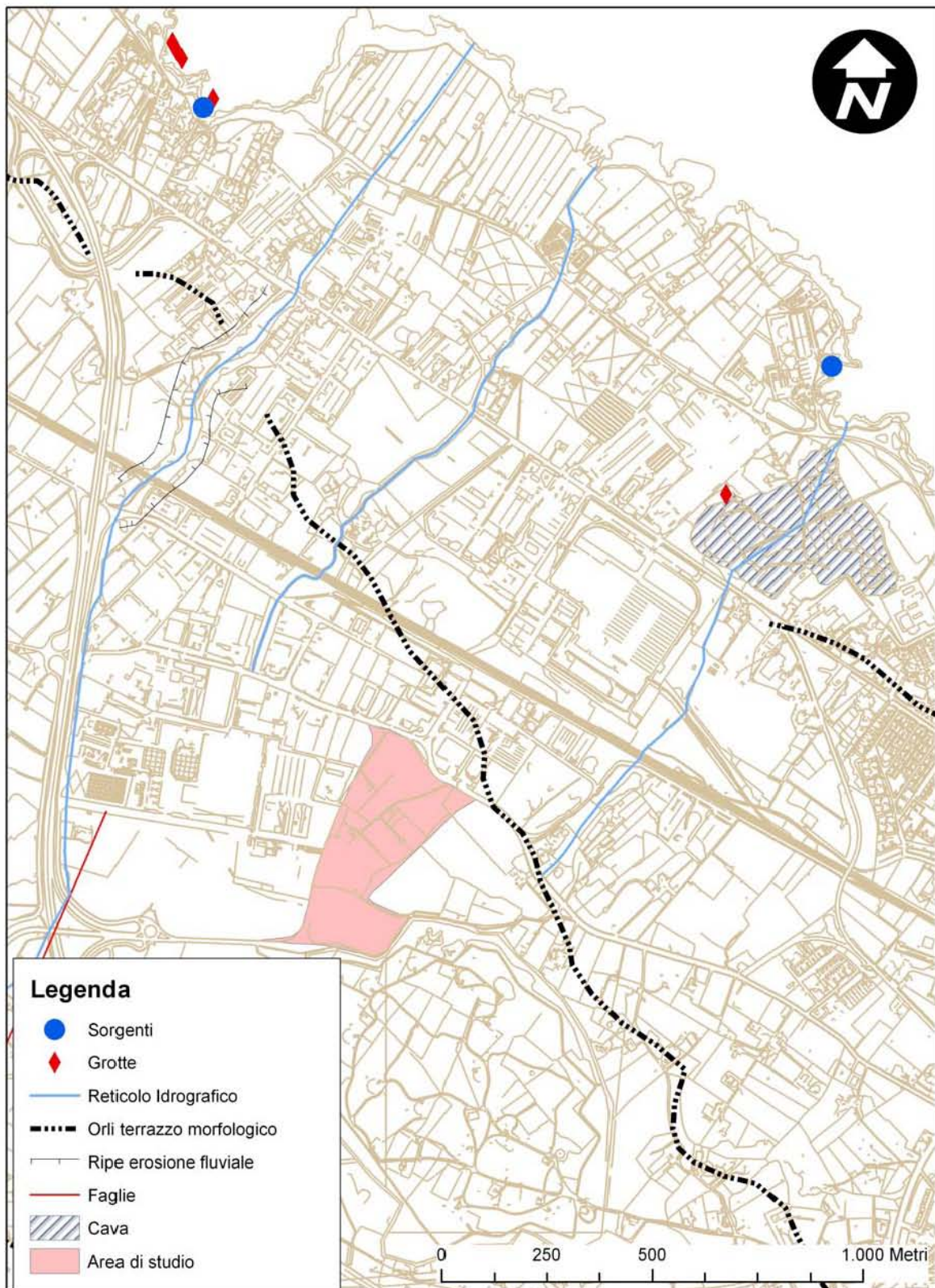


Fig.8 - Carta Idrogeomorfologica dell'area di studio (Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia - [www.adb.puglia.it](http://www.adb.puglia.it)).

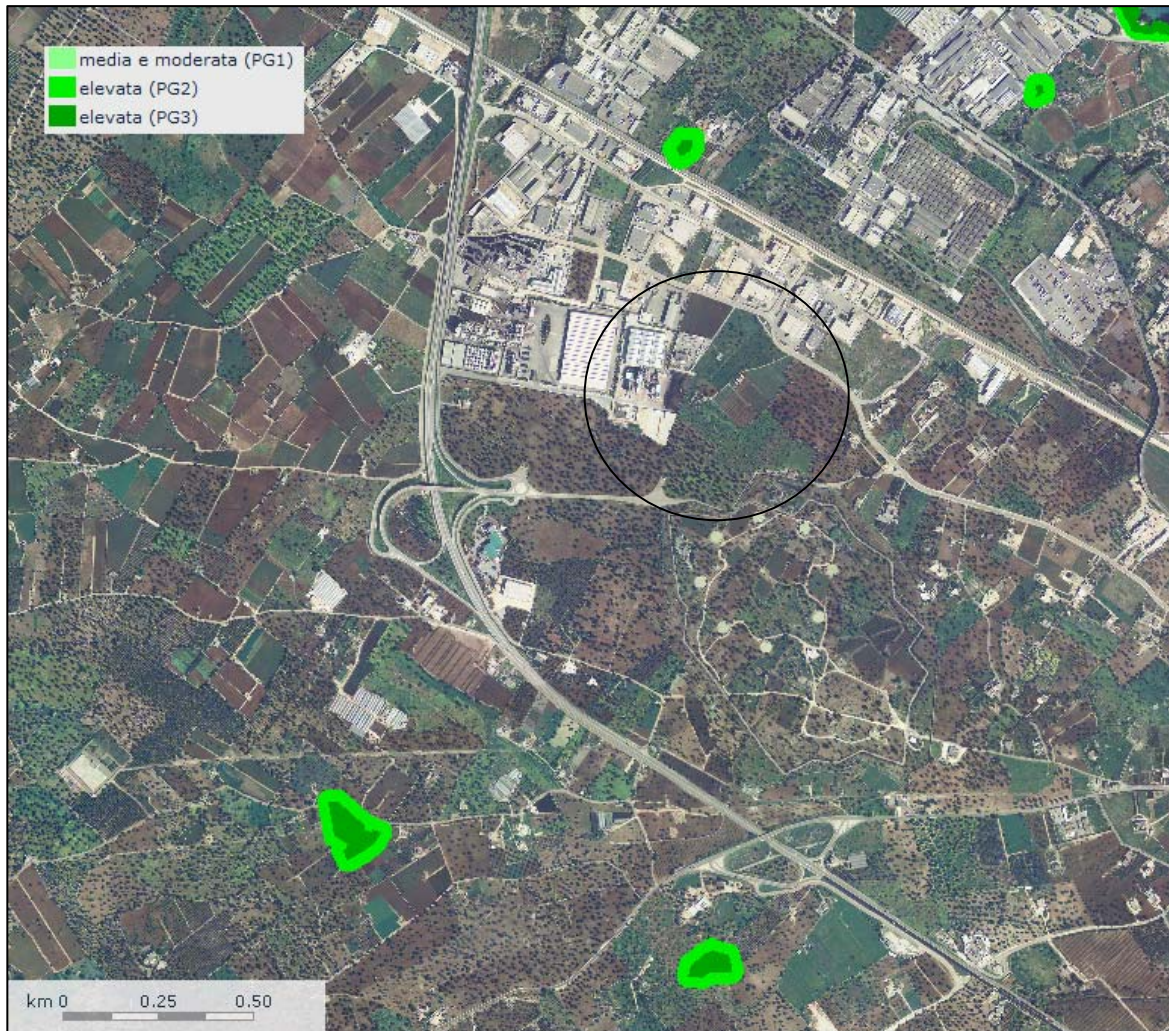


Fig.9 - Aree a pericolosità geomorfologica (estratto da [www.adb.puglia.it](http://www.adb.puglia.it), ottobre 2011)

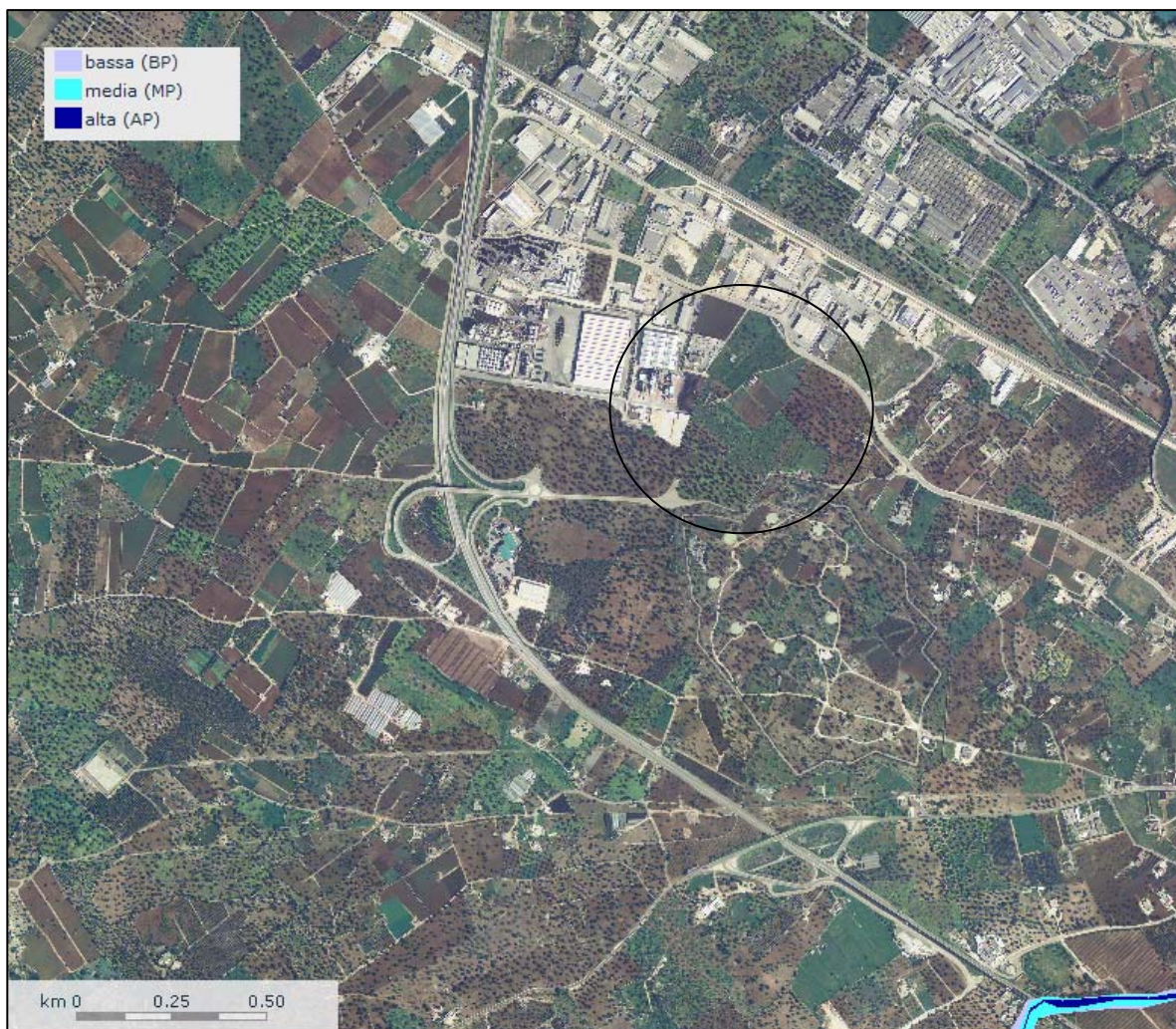


Fig.10 – Aree a pericolosità idraulica (estratto da [www.adb.puglia.it](http://www.adb.puglia.it), ottobre 2011)

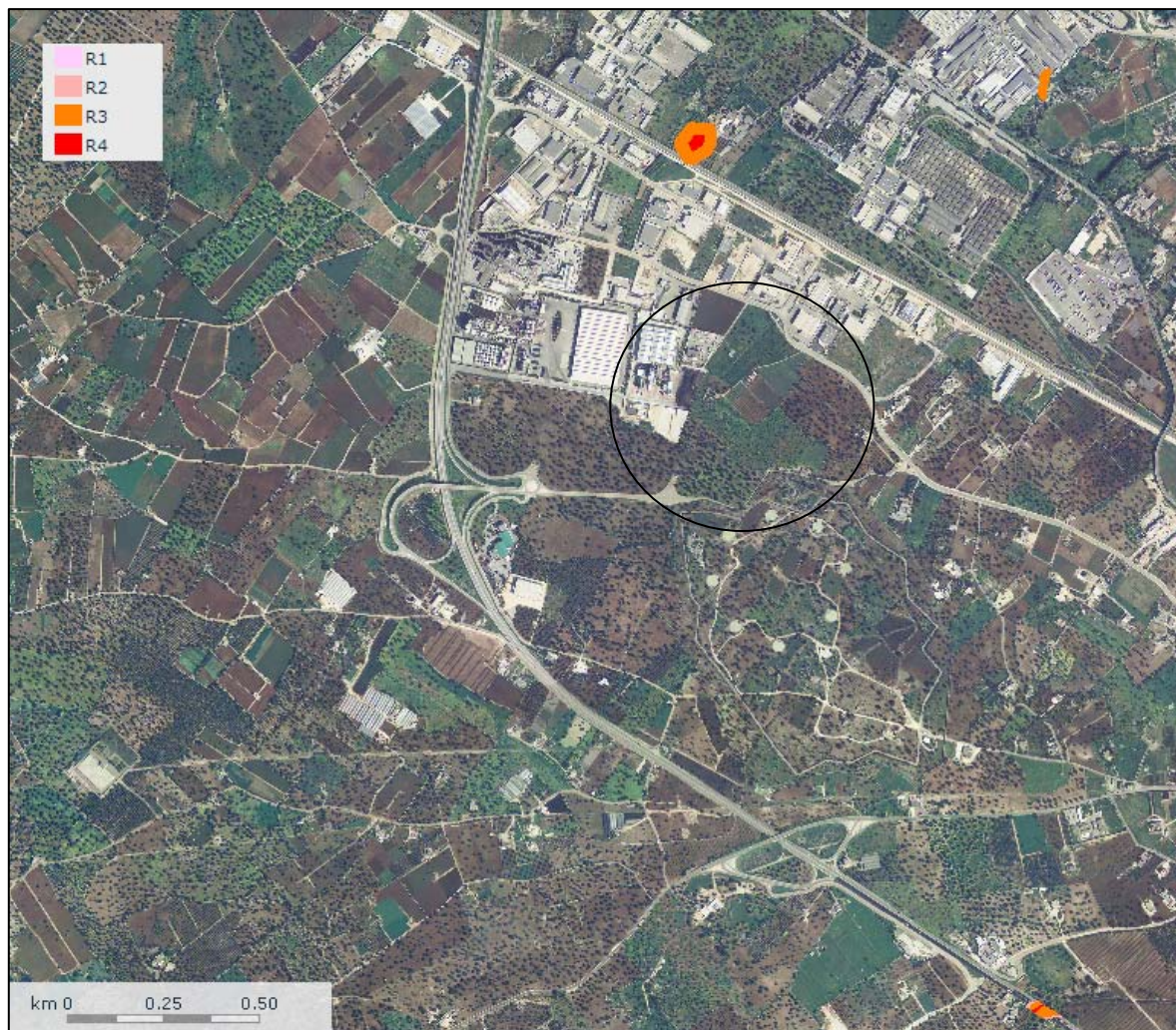


Fig.11 – Aree a rischio (estratto da [www.adb.puglia.it](http://www.adb.puglia.it), ottobre 2011)

## **IDROGEOLOGIA**

Nell'area in esame come nell'intero ammasso calcareo e calcareo-dolomitico mesozoico, permeabile per fessurazione e carsismo, circola un'imponente falda idrica, generalmente in pressione e spesso frazionata su più livelli, al di sotto del livello medio marino, per la presenza di livelli rocciosi anche di notevoli spessori dislocati a diverse altezze stratigrafiche, poco o per nulla permeabili. Le modalità di circolazione delle acque risultano pertanto piuttosto articolate e complesse, considerata la forte anisotropia del mezzo acquifero.

L'attuale ambiente idrogeologico della Murgia, principale espressione della neotettonica, ha vissuto una lunghissima fase di continentalità e solo agli albori del Quaternario ha subito, per altro solo in parte, la prima ed unica ingressione marina.

L'evoluzione della rete idrica sotterranea è stata in massima parte favorita da un vivace incarsimento ipogeo legato ad un neocarsismo postcalabriano; infatti, il processo paleocarsico, per quanto abbia avuto modo di agire per molte decine di milioni di anni, ha prodotto effetti poco incidenti sull'attuale ambiente idrogeologico. Per contro il processo neocarsico, essenzialmente sotterraneo e diaclasico, marcatamente pilotato dalla tettonica, ha prodotto un accentuato incarsimento che ha avuto precoci stadi di sviluppo ed evoluzione, come conseguenza dei sostanziali mutamenti della posizione del livello di base.

Sia i movimenti di subsidenza, che hanno portato all'ingressione pleistocenica, sia i successivi movimenti di sollevamento regionale si sono prodotti in forma differenziale e fra grossi blocchi (Murgia alta e bassa, Murgia nord-occidentale e sud-orientale) e fra blocchi elementari. Ne discende che, a diretto contatto laterale, oggi si rinvergono orizzonti rocciosi, geologicamente diversi, a diverso tipo e grado di permeabilità. Ciò, oltre ad esaltare notevolmente il carattere già marcatamente anisotropo della permeabilità, dà luogo alla presenza, in seno all'ammasso carbonatico ed alle profondità più disparate, di livelli di roccia discretamente o molto permeabili inglobati in un insieme poco permeabile o addirittura praticamente impermeabile.

Il ravvenamento dell'acquifero carbonatico è assicurato praticamente solo dalle precipitazioni atmosferiche del semestre ottobre-marzo; le massime altezze di pioggia si registrano in dicembre, quelle minime in luglio. Nelle zone centrali delle Murge, si raggiungono le massime altezze di pioggia (circa 600-650mm/anno); nell'area in esame le precipitazioni medie annue sono dell'ordine dei 500mm (cfr. Tav.7.1 - Distribuzione della precipitazione media annua nel periodo 1985-2000 del Piano di Tutela delle acque della Regione Puglia). Tali precipitazioni si infiltrano nel sottosuolo in modo puntuale, attraverso vie preferenziali di natura carsica (inghiottitoi, vore ecc.), o diffuso, attraverso le miriadi di fessure che interessano le rocce calcaree e calcareo dolomitiche in affioramento.

La zona di ricarica principale si localizza tuttavia in corrispondenza delle aree più interne delle Murge, dove maggiori sono l'entità delle precipitazioni e la diffusione di forme carsiche, sia superficiali che sotterranee, che favoriscono l'infiltrazione delle acque meteoriche. L'area oggetto di studio ricade in una zona essenzialmente di deflusso dell'acquifero profondo.

Pertanto, i carichi piezometrici più elevati si rinvergono nelle aree più interne, mentre il livello di base della circolazione è fornito dal livello del mare e la falda trova in genere proprio lungo la fascia costiera la sua emergenza sia in modo diffuso, attraverso il sistema di fratturazione interessante l'ammasso roccioso, sia concentrato, attraverso una serie di sorgenti subaeree o subacquee che rappresentano lo sbocco al mare della canalizzazione carsica ipogea.

Nell'acquifero murgiano l'acqua circola in pressione; ciò lo si rileva dalla risalienza, superiore talvolta ai 100m del livello idrico, rilevabile dalle schede tecniche delle opere di captazione; va detto che lungo la costa, per la presenza di un maggiore carsismo e stato di fatturazione, la circolazione assume un comportamento da acquifero freatico.

Tale aspetto trova conferma nell'andamento della superficie piezometrica contenuta nel Piano di Tutela della Regione Puglia alla Tav.6.2 - Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento (scala 1:200.000) e riportata in Fig.12.

Si può osservare che nell'area di studio le isopiezometriche sono inferiori ai 5m s.l.m. e che il deflusso locale delle acque sotterranee, si esplica perpendicolarmente alla linea di costa essenzialmente in direzione N-NE, secondo l'andamento generale dell'acquifero murgiano.

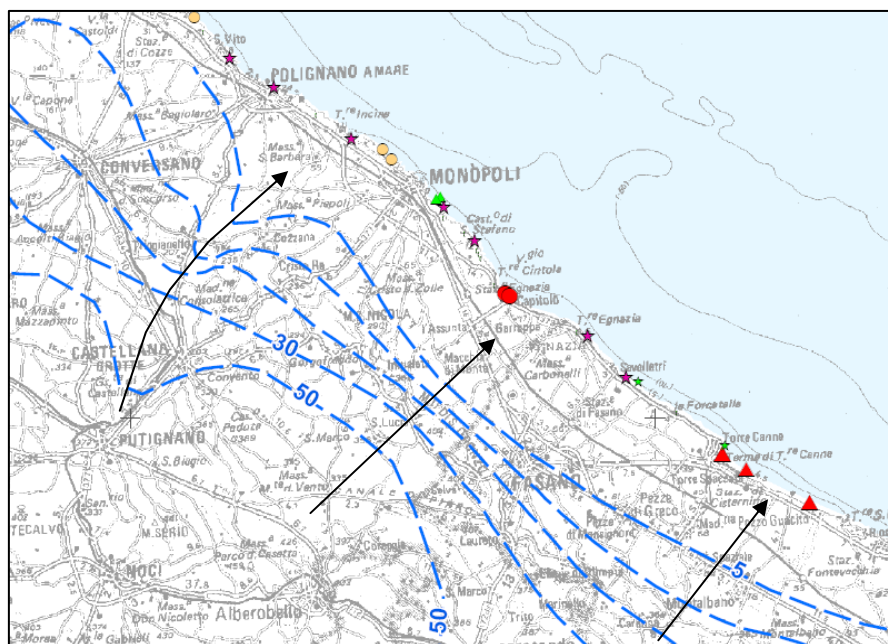


Fig.12 - Andamento della superficie piezometrica (espressa in m s.l.m.m) ed indicazione delle principali vie di deflusso (stralcio della Tav.6.2 - Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento, alla scala 1:200.000, del Piano di Tutela della Regione Puglia).

## INQUADRAMENTO SISMICO

L'area di Monopoli è considerata un'area relativamente stabile poiché rientrando in un contesto strutturale di avanpaese (Fig.13). Come si evince dalla Tabella inserita in Fig.14, dove viene proposto un elenco di terremoti storici con valori superiori alla soglia del danno  $I \geq 4^\circ$  MCS avvertiti nel comune di Monopoli (estratti database realizzato da Camassi e Stucchi, 1996), tra gli epicentri elencati non sono presenti località ricadenti nell'ambito territoriale provinciale. Gli epicentri sono localizzati in aree sismogenetiche principalmente poste in Appennino e nell'area garganica, aree altamente sismiche in accordo con quanto riportato in Fig.13.

In seguito dell'O.P.C.M. N.3274 del 20.03.2003 si è avuta una radicale ridefinizione dei criteri di classificazione sismica del territorio nazionale e dei principi normativi da prevedere per il progetto, la valutazione e l'adeguamento di edifici, ponti, opere di fondazione e opere di sostegno dei terreni in aree sismiche. La necessità di ottimizzare le misure di protezione sismica, sia nell'entità che nella priorità degli interventi ha condotto alla definizione di criteri per la quantificazione del rischio sismico.

In riferimento al suddetto O.P.C.M. il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche omogenee. Ad ognuna di queste zone corrisponde un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) di riferimento variabile da 0.35g nella prima zona, fino a 0.05g nella quarta zona.

Infine, il sito in esame, come l'intero territorio di Monopoli, ricade in un'area a Zona Sismica 4, come indicato dall'O.P.C.M. n.3374 del 20 marzo 2003 e collegata normativa della Regione Puglia, e quindi è assegnata un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,05  $a_g/g$ .

I valori sono tutti riferiti alle accelerazioni che sono attese a seguito di un evento sismico laddove il sottosuolo interessato è costituito da formazioni litoidi o rigide (suoli di Categoria A) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico, costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima ( $a_g$ ) del terreno che caratterizza il sito.

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned} S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \left( 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right) & 0 \leq T < T_B \\ S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 & T_B \leq T < T_C \\ S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) & T_C \leq T < T_D \\ S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) & T_D \leq T \end{aligned}$$

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \left( 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right) \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = 0,9a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

nelle quali:

- S è un fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione;
- T è periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;
- TB, TC, TD periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

I valori di TB, TC, TD e S da assumere, salvo più accurate determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di suolo di fondazione, così come meglio specificate nel D.M. 14 gennaio, sono riportati nella Tabella 2. I valori di TB, TC, TD e S da assumere, salvo più accurate determinazioni, per le componenti verticali del moto e per le categorie di suolo di fondazione sono riportati nella Tabella 3.

Categoria suolo	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Tab.2 - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali (S TB TC TD) per Categoria di suolo.

Categoria suolo	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

Tab-3 - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale (S TB TC TD) per Categoria di suolo.

Il comune di Monopoli non è dotato di studi dettagliati di microzonazione sismica, in grado di riconoscere ad una scala sufficientemente grande le condizioni del sito che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (moto sismico di riferimento) o possono produrre effetti cosismici rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. In prima approssimazione, per individuare le zone il cui moto viene amplificato (in frequenza ed in ampiezza) a causa delle

caratteristiche geologico - tecniche del terreno e geomorfologiche del territorio, si indicano quali categorie del suolo di fondazioni possono essere presenti nell'area in esame, salvo approfondimenti specifici, in fase di realizzazione delle opere, per l'assegnazione definitiva.

Sulla base delle esperienze pregresse, pure se in presenza di roccia lapidea ed ipotizzando l'assenza di anomalie carsiche significative e di livelli sciolti (strati sabbiosi, terre rosse, ecc.) si possono classificare i terreni affioranti in due categorie e cioè:

- Categoria di suolo A cui possono attribuirsi i Calcari di Bari debolmente fratturati e/o fessurati e senza la presenza di cavità carsiche in profondità;
- Categoria di suolo B cui possono attribuirsi i Calcari di Bari mediamente fratturati associati alle Calcareniti di Gravina compatte e/o debolmente fratturate e privi di cavità carsiche importanti.

Ad ogni modo è prescritto, per ogni opera, l'effettuazione di specifiche indagini per una corretta classificazione dal punto di vista sismico del terreno.

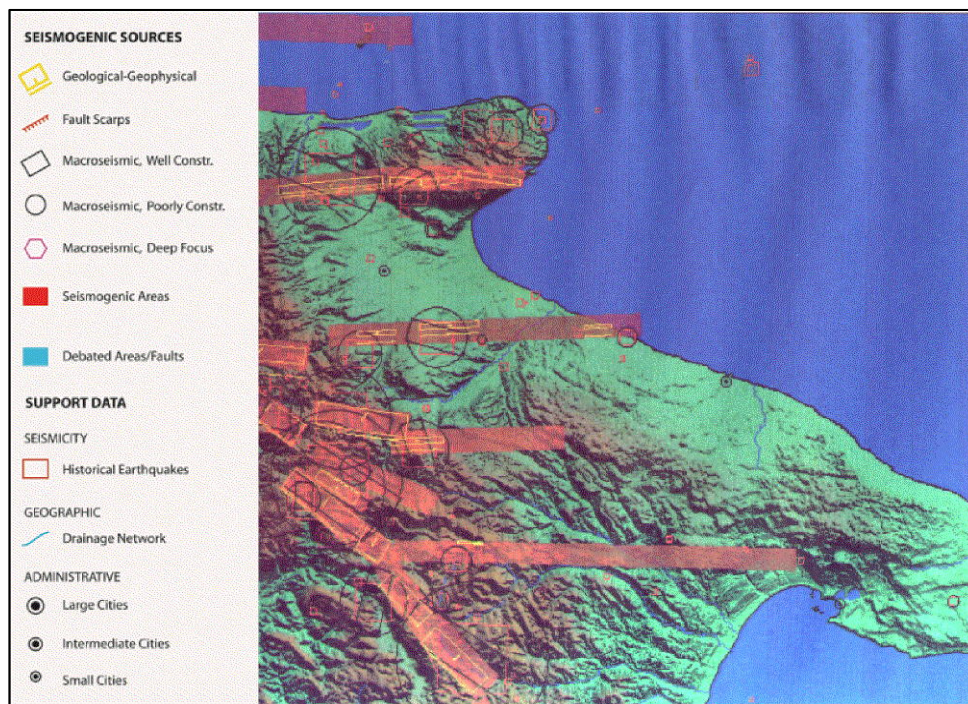


Fig.13 - Sorgenti sismogenetiche dell'area pugliese. (DISS Working Group, 2006).

Osservazioni sismiche (12) disponibili per  
MONOPOLI (BA) [40.951, 17.296]

Data					Effetti	in occasione del terremoto di:	
Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix Ms
1731	03	20	02		70	FOGGIA	100 62
1456	12	05			60	MOLISE	110 67
1980	11	23	18	34	50	IRPINIA-LUCANIA	100 69
1857	12	16			40	BASILICATA	110 70
1951	01	16	01	11	40	GARGANO	70 49
1783	02	05			30	CALABRIA MERID.	110 73
1910	06	07	02	04	30	CALITRI	90 59
1956	01	09	00	44	25	GRASSANO	70 47
1937	07	17	17	11	20	SAN SEVERO	70 47
1905	11	26			NF	IRPINIA	75 51
1913	06	28	08	53	NF	ROGGIANO	85 55
1915	01	13	06	52	NF	AVEZZANO	110 70

### Storia sismica di MONOPOLI (BA)

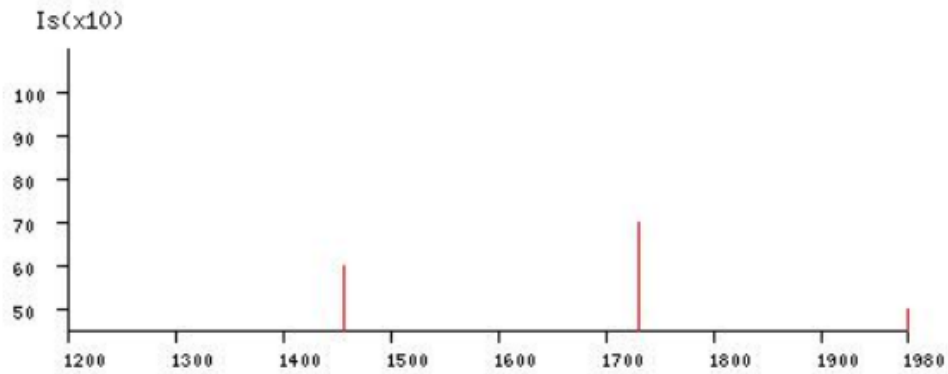


Fig.14 : Osservazioni sismiche (12) disponibili per Monopoli (BA) (Camassi e Stucchi 1996).

## **PRINCIPALI CARATTERI FISICO-MECCANICI DELLE FORMAZIONI ROCCIOSE AFFIORANTI**

La situazione stratigrafica d'insieme nell'area di appare piuttosto chiara e ben si relaziona con i caratteri geolitologici dell'area murgiana, essendo ovunque condizionata dal basamento calcareo cretaceo (che nella fattispecie è ascrivibile alla Formazione del Calcarea di Bari), localmente ricoperto da depositi calcarenitici quaternari (Calcareniti di Gravina) (Fig.5). In assenza di dati provenienti da specifiche indagini in sito ed in laboratorio, i principali parametri geotecnici dei litotipi affioranti nell'area di studio e nell'intorno, sono preliminarmente definiti sulla base dei risultati di studi condotti in contesti geologici simili.

L'analisi e la correlazione di alcune stratigrafie (scavi di fondazione, pozzi, ecc.) nonché rilievi di superficie ha consentito di verificare come, nell'intorno dell'area in esame e lungo l'intera fascia costiera, affiori in modo più o meno continuo il litotipo calcarenitico (Fig.7). I depositi delle Calcareniti di Gravina, si spingono mediamente fino ad una profondità di 5-6m, nell'area anche se non si esclude che possano raggiungere spessori maggiori. Si tratta di depositi tufacei, permeabili per porosità, a granulometria variabile da medio-fine a medio-grossolana. E' possibile osservare la presenza di differenze dei caratteri tessiturali, sia arealmente che verticalmente, anche su brevi distanze; in particolare nei depositi suddetti si rileva un variabile stato di compattezza, a causa dei diversi gradi di cementazione della roccia e/o differenti percentuali di matrice, ed un diverso grado di alterazione. Dal punto di vista fisico-meccanico le calcareniti, classificabili come rocce lapidee tenere, mostrano, anche a scala locale, differenze sostanziali non solo in relazione ai differenti caratteri tessiturali che le contraddistinguono ma anche in base alla loro composizione mineralogico petrografica. La Tabella 4 mostra come i caratteri fisico-meccanici del litotipo calcarenitico siano compresi in un range molto ampio.

Densità reale (g/cm <sup>3</sup> )	2.68-2.74
Densità apparente (g/cm <sup>3</sup> )	1.52-2.06
Grado di compattezza	0.55-0.74
Coefficiente di porosità	0.25-0.43
Coefficiente di imbibizione (%)	18-26.5
Resistenza a flessione (kg/cm <sup>2</sup> )	7.3-52.8
Resistenza a compressione (kg/cm <sup>2</sup> )	18.7-183

Tab.4 - Caratteristiche fisico-meccaniche delle Calcareniti di Gravina.

Le coperture quaternarie poggiano sul basamento calcareo contraddistinto da discreti caratteri geostrutturali. Litologicamente trattasi di calcari biancastri micritici e/o bioclastici, stratificati, da compatti a fratturati e/o vacuolari, e di calcari dolomitici a grana fine o microcristallina grigiastri, fratturati. Lo spessore degli strati è variabile, si passa da un minimo di 5-10cm ad un massimo di 30-40cm. Come si evince dalla Tabella 5 (dati provenienti da letteratura specialistica e da indagini in aree con caratteri geolitologici equivalenti), le caratteristiche fisico-meccaniche dei calcari murgiani sono compresi in un range molto ampio.

Densità reale (g/cm <sup>3</sup> )	2.70-2.72
Densità apparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.62-2.66
Grado di compattezza	0.91-0.98
Coefficiente di porosità	0.015-0.082
Coefficiente di imbibizione (%)	0.26-1.17
Resistenza a compressione (kg/cm <sup>2</sup> )	350-2000
Angolo di attrito (°)	35-45

Tab.5 – Caratteristiche fisico-meccaniche dei calcari murgiani

Si può comunque ritenere, che le rocce calcaree del substrato, anche se irregolarmente fratturate soprattutto nella zona sommitale, di passaggio con il litotipo calcarenitico, sono contraddistinte da sufficienti valori di resistenza e deformabilità. La presenza di cavità anche decimetriche, non costituisce di per sé un grosso problema per carichi applicati contenuti.

*Alberobello, gennaio 2011*

*Il Geologo*

Dott. Geol Giuseppe GIGANTE

