

**S.S. 100 “di Gioia del Colle”  
COMPLETAMENTO FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DELLA S.S. 100, TRA I KM  
44+500 E 52+600 (SAN BASILIO) CON SEZIONE DI TIPO B.**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. BA291

RESPONSABILE INTEGRAZIONE SPECIALISTICA  
Ing. Alessandro Aliotta – Ordine degli Ingegneri di Genova n° 7995 A

IL PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  
Ing. Vito Capotorto – Ordine degli Ingegneri di Taranto n° 1080

IL GEOLOGO  
Dott. Geol. Mario Stani  
(Ordine dei Geologi della Puglia n° 279)

L'ARCHEOLOGO: Dott.ssa Paola Innuzziello  
Elenco MIC n. 2571 – archeologo di 1° fascia ai sensi del D.M. 244/2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Alberto SANCHIRICO

Progettisti



DIRETTORE TECNICO  
Prof. Ing. Andrea Del Grosso



DIRETTORE TECNICO  
Ing. Franz Pacher



DIRETTORE TECNICO  
Ing. Primo STASI



Ing. Tommaso DI BARI  
Ing. Vito CAPOTORTO



DIRETTORE TECNICO  
LAND Italia Srl  
Arch. Andreas KIPAR

**Studi e indagini  
Relazione geologica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00_GE00_GEN_RE01_A			
STBA0291	D 23	CODICE ELAB.	T00GE00GENRE01	A	
A	Prima emissione	Giugno 2023	M.STANI	P.STASI	P.STASI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI .....</b>	<b>13</b>
6.1	GEOMORFOLOGIA .....	13
6.2	IDROGEOLOGIA .....	14
6.2.1	<i>acque sotterranee</i> .....	15
<b>7</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>17</b>
<b>7.1</b>	<b>CAVALCAVIA - PROGRESSIVA ~ 1+900 .....</b>	<b>18</b>
<b>7.2</b>	<b>CAVALCAVIA - PROGRESSIVA ~ 5+450 .....</b>	<b>19</b>
<b>7.3</b>	<b>TOMBINO - PROGRESSIVA ~ 7+900 .....</b>	<b>20</b>
7.4	TRINCEA STRADALE – SEZIONI 37-41 .....	21
7.5	SCAVO ZONA UBICAZIONE VASCA .....	22
<b>8</b>	<b>ANALISI DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE .....</b>	<b>23</b>
8.1	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE .....	23
8.2	CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	26
8.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	27
8.4	RISCHIO IDRAULICO .....	29
8.4.1	<i>Terreni permeabili per fratturazione e carsismo</i> .....	29
8.4.2	<i>Terreni permeabili per porosità</i> .....	29
	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>32</b>

## Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 5-1. STRALCIO DALLA CARTA GEOLOGICA DI N. CIARANFI, P. PIERI E G. RICCHETTI .....	9
FIG. 5.2 – A. SCENARIO GEODINAMICO DELLA PENISOLA ITALIANA E DELLE AREE CIRCOSTANTI INDICANTE I FRONTI DI SPINTA DELLE CINTURE OROGENICHE CIRCOSTANTI IL BLOCCO ADRIATICO (MODIFICATO DA CHILOVI ET AL., 2000; GUERRICCHIO & PIERRI, 1998).....	11
FIGURA 5-3. SCHEMA STRUTTURALE DELL'AREA PERIADRIATICA. 1= FRONTE DEGLI OROGENI APPENNINICO E DINARICO; 2= FAGLIE DISTENSIVE; FAGLIE TRASCORRENTI.....	11
FIGURA 5-4. DALLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA FG. 438 BARI SITO WEB ISPRA.....	12
FIGURA 6-1. DALLA CARTA IDROGEOMORFOLOGICA SITO WEB ADB PUGLIA .....	14

## 1 PREMESSA

L'area oggetto di studio è ubicata nel settore Centro-occidentale della Puglia, a Sud del Capoluogo di Regione Bari, lungo l'asse stradale (SS 100) che lo collega a Taranto.

Nella presente relazione vengono caratterizzati gli elementi geologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dei terreni che interessano il tracciato stradale di progetto.

Allo scopo sono stati utilizzati oltre ai dati bibliografici, le indagini effettuate nell'anno 2021 che sono consistite in sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove di permeabilità in situ, prospezioni geofisiche lungo il tracciato stradale e analisi di laboratorio sui campioni di terreni prelevati durante i sondaggi, pozzetti ambientali, prove di carico su piastra.

Il presente studio è a corredo dell'intervento in riferimento sia alle Norme tecniche di riferimento, sia al quadro geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico che caratterizza la zona interessata.

Alla presente relazione sono allegati i seguenti elaborati:

- Carta Geologica
- Carta Geomorfologica
- Carta Idrogeologica
- Profilo Geologico

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel presente lavoro, si è fatto riferimento alla seguente Normativa:

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2018, Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8);
- Circolare 21 Gennaio 2019, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (19A00855) (GU Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Suppl. Ordinario n. 5);
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- Associazione Geotecnica Italiana, 1977, Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche.

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal tracciato stradale di progetto, risulta ubicata nella porzione centro occidentale dell'altopiano delle Murge che occupa una vasta porzione della regione pugliese compresa tra l'area del tavoliere foggiano a Nord-Ovest, la fossa bradanica ad Ovest ed il Salento a Sud-Est.

Le Murge si estendono dalla bassa valle dell'Ofanto alla "Soglia Messapica" (rappresentata dalla trasversale Taranto–Brindisi). Sono delimitate da alte scarpate e ripiani poco estesi sia dal lato bradanico che dal lato dell'Ofanto ed anche verso il Mare Adriatico, mentre nella parte meridionale il raccordo con la piana del Salento avviene più dolcemente mediante delle basse scarpate intervallate da ampi ripiani.

La zona interessata dal progetto stradale risulta ubicata in corrispondenza della porzione centro-orientale delle Murge, a Sud dell'abitato di Gioia del Colle.

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Le caratteristiche geologiche del territorio interessato vanno inquadrare nel contesto stratigrafico e strutturale delle Murge centro-orientali. Da un punto di vista geologico regionale la Puglia costituisce la più estesa area di avampaese in Italia.

Gli eventi che hanno caratterizzato l'evoluzione sedimentaria, tettonica e morfologica del territorio pugliese, più in generale, possono essere ritenuti connessi alla geodinamica di un esteso tratto crostale dell'area mediterranea coinvolto dapprima nella collisione con la zolla Eurasiatica e successivamente nella tettonogenesi appenninica dinarica che ha deformato in distinti domini strutturali la parte meridionale di tale tratto crostale.

Procedendo dal Tirreno all'Adriatico tali domini corrispondono alla Catena appenninica (Monti della Daunia), all'Avanfossa adriatica (Fossa bradanica-Tavoliere delle Puglie), all'Avampaese Apulo (Gargano, Murge, Salento) ed ai mari Adriatico e Ionio settentrionale.

Il substrato dei depositi del Pleistocene medio e superiore corrisponde alla formazione delle Argille Subappennine su cui si rinvengono i litotipi più recenti.

Nella presente relazione si fa riferimento alla Carta Geologica in scala 1: 100000 riferita al foglio 190 "Monopoli" dell'Ispra ed alla Carta Geologica in scala 1: 250000 di N. Ciaranfi, P. Pieri e G. Ricchetti.

## 5 CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI

L'area interessata dal progetto stradale è ubicata nella porzione centro-orientale delle Murge baresi e risulta caratterizzata da affioramenti prevalentemente calcarei e subordinatamente, nel tratto stradale ubicato in corrispondenza della località di San Basilio, da litotipi calcarenitici. Sono presenti coltri detritiche terrigene con spessori modesti che solo in alcuni tratti limitrofi al tracciato stradale esistente, possono superare il metro.

Dalla Carta geologica si evince che le formazioni geologiche su cui si sviluppa il tracciato stradale di progetto sono le seguenti:

- Calcarea di Altamura
- Calcareniti di Gravina

Le due formazioni verranno descritte dal punto di vista geologico più in dettaglio nei paragrafi seguenti, mentre per quanto riguarda la parametrizzazione geotecnica, essa verrà dettagliata nell'apposito elaborato (Relazione Geotecnica).

Dal punto di vista strutturale, le Murge costituiscono una potente serie di rocce carbonatiche la cui sedimentazione ebbe luogo a partire dal Cretaceo Inferiore (circa 130 milioni di anni fa). Le rocce prevalenti sono calcari e calcari dolomitici e subordinatamente dolomie che si sono depositi in fondali marini piuttosto ampi e poco profondi.

Sulla base dei rilievi di superficie e dei dati di profondità si desume uno spessore complessivo della serie carbonatica cretacea pari a circa 3000 mt.

Dal punto di vista litostratigrafico si distinguono due formazioni: il "Calcarea di Bari" riferibile al Cretaceo inferiore e medio-superiore ed il "Calcarea di Altamura" riferibile al Cretaceo superiore.

Il Calcarea di Bari che costituisce la parte bassa e media della sequenza stratigrafica è rappresentato da alternanze di calcari e dolomie scarsamente fossiliferi se non in alcuni orizzonti che rappresentano quindi dei livelli caratteristici.

Questa formazione non affiora nel territorio interessato mentre si rinviene nel sottosuolo sormontata, con un contatto trasgressivo, dalla successione del Cretaceo superiore rappresentata dalla formazione del Calcarea di Altamura.

Questa successione stratigrafica che rappresenta la parte alta della deposizione carbonatica cretacea, si rinviene in quasi tutto il sottosuolo del territorio interessato dal progetto di interesse ed affiora estesamente nella porzione sud-orientale delle Murge. E' rappresentata prevalentemente da calcari micritici laminati e da calcari detritici fossiliferi con gusci di rudiste. Con scarsa frequenza si intercalano nella serie stratigrafica dei livelli di calcari dolomitici e dolomie.

La sedimentazione di queste litofacies è avvenuta in ambiente marino di piattaforma continentale che presentava fondali pianeggianti con profondità variabili da pochi decimetri a diverse decine di metri e si è protratta per tutto il Cretaceo a seguito della lenta subsidenza dei fondali marini.

Sotto l'aspetto morfologico le Murge rappresentano un altopiano poco elevato che si allunga in direzione WNW-ESE e sono delimitate da alte scarpate e ripiani poco estesi sia verso ovest che verso nord, mentre a sud verso il Salento, degradano più dolcemente con ampi pianori e scarpate ridotte.

L'altopiano murgiano è inoltre disseminato di forme carsiche superficiali che spesso sono connesse con evidenze carsiche ipogee. Si possono osservare numerose doline e depressioni carsiche così come voragini ed inghiottitoi. In particolare nel territorio compreso tra Gioia del Colle e l'abitato di San Basilio si possono osservare delle doline limitrofe alla strada SS1001.

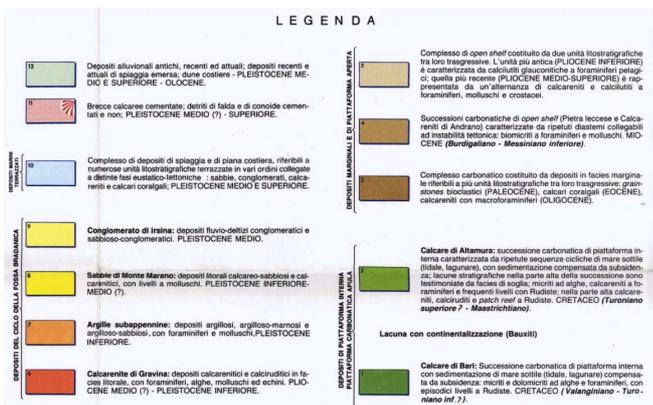
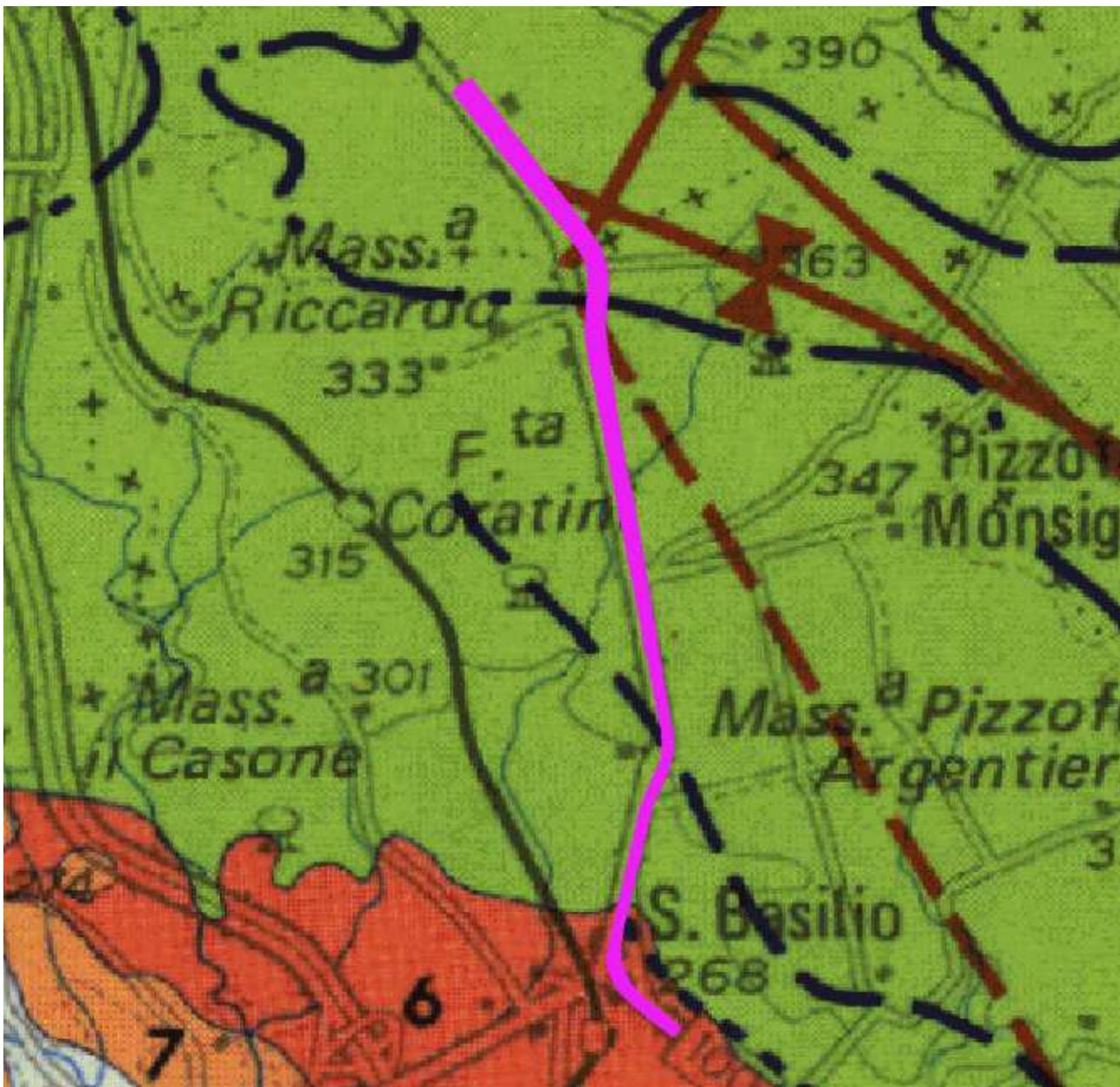


Figura 5-1. Stralcio dalla carta geologica di N. Ciaranfi, P. Pieri e G. Ricchetti

L'area oggetto di studio è caratterizzata da uno scarso reticolo idrografico. Infatti, le linee di deflusso dell'acqua, costituite da valloni più o meno incassati, sono quasi sempre asciutti a causa della scarsa piovosità (media annua di circa 450 mm) che relega l'area tra le zone ad alta aridità dell'Italia continentale. Solo in coincidenza di eventi idrometeorici, particolarmente intensi e prolungati nel tempo, una parte delle acque accumulandosi in corrispondenza di alcune incisioni presenti nella zona (impluvi) scorre in superficie raggiungendo le aree più depresse ed infiltrandosi nel sottosuolo mediante discontinuità di origine carsica.

Le caratteristiche litostratigrafiche delle rocce che costituiscono il sottosuolo del territorio in studio sono rappresentate da calcari compatti spesso sottilmente stratificati ed interessati da fitte fratture e fessure che proseguono nel sottosuolo per diverse centinaia di metri che impediscono la formazione di falde acquifere superficiali consentendo la presenza di una sola falda profonda posta a circa mt. 50 s.l.m. (Tav. 6.2 Piano di Tutela Acque Puglia).

Nella zona oggetto dell'intervento, pertanto, la falda si incontra ad una profondità tale da non interagire con le opere in progetto.

La strada interessata dal progetto, si sviluppa in corrispondenza di litotipi rappresentati prevalentemente da calcari per profondità di diverse decine di metri ad esclusione dell'ultimo tratto di circa 1.2 km in località San Basilio, dove il substrato è rappresentato da litotipi calcarenitici ascrivibili alla formazione delle Calcareniti di Gravina.

Non si riscontrano falde superficiali mentre è presente una falda profonda che si rinviene a profondità non inferiore a 200 metri dal piano campagna.

La zona interessata dal progetto stradale risulta ubicata in corrispondenza della porzione centro occidentale dell'altopiano delle Murge.

Da un punto di vista geologico regionale la Puglia costituisce la più estesa area di avampaese in Italia.

Gli eventi che hanno caratterizzato l'evoluzione sedimentaria, tettonica e morfologica del territorio pugliese, più in generale, possono essere ritenuti connessi alla geodinamica di un esteso tratto crostale dell'area mediterranea coinvolto dapprima nella collisione con la zolla Eurasiatica e successivamente nella tettonogenesi appenninico-dinarica che ha deformato in distinti domini strutturali la parte meridionale di tale tratto crostale.

Procedendo dal Tirreno all'Adriatico tali domini corrispondono alla Catena appenninica (Monti della Daunia), all'Avanfossa adriatica (Fossa bradanica -Tavoliere delle Puglie), all'Avampaese Apulo (Gargano, Murge, Salento) ed ai mari Adriatico e Ionio settentrionale (fig. 5.1).

Le Murge, insieme al Gargano, rappresentano la parte più esterna della piattaforma carbonatica mesozoico-paleogenica, costituente il basamento e l'ossatura dell'intera Puglia.

I modelli deposizionali delle unità carbonatiche giurassico-cretacee fanno riferimento ad un sistema di piattaforma carbonatica, scarpata e bacino caratterizzata da margini tettonicamente instabili e dalla locale presenza lungo gli stessi margini di scogliere.

A partire dal Miocene, con la tettonogenesi appenninico-dinarica, la Piastra Apula assume il ruolo di avampaese. Le sue parti estreme, a causa delle fasi di accavallamento delle unità appenniniche verso est, vengono progressivamente coinvolte in una segmentazione secondo l'allineamento NO-SE formando un esteso semigraben.

In questa area si forma l'Avanfossa appenninica. L'Avampaese, invece, si trasforma in un lungo horst con direzione appenninica la cui estremità nord, il promontorio del Gargano, in seguito a rotazione antioraria si dispone con direzione E-O (INCORONATO & NARDI, 1989).

La continuità dell'avampaese è interrotta a nord del Gargano dalla faglia Tremiti-Volturno e da un graben, con orientazione antiappenninica (RICHETTI et al., 1988), che si interpone fra Murge e Gargano.

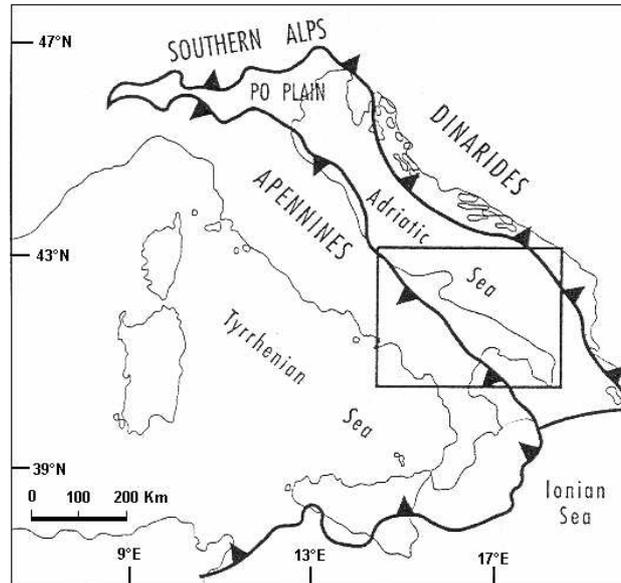


Fig. 5.2 – A. Scenario geodinamico della penisola italiana e delle aree circostanti indicante i fronti di spinta delle cinture orogeniche circostanti il blocco adriatico (modificato da CHILOVI et al., 2000; GUERRICCHIO & PIERRI, 1998)

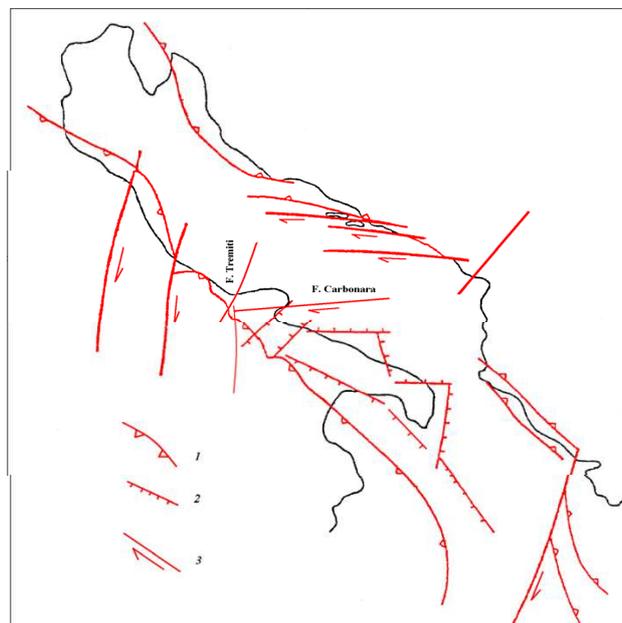


Figura 5-3. Schema strutturale dell'area periadriatica. 1= fronte degli orogeni appenninico e dinarico; 2= faglie distensive; faglie trascorrenti.

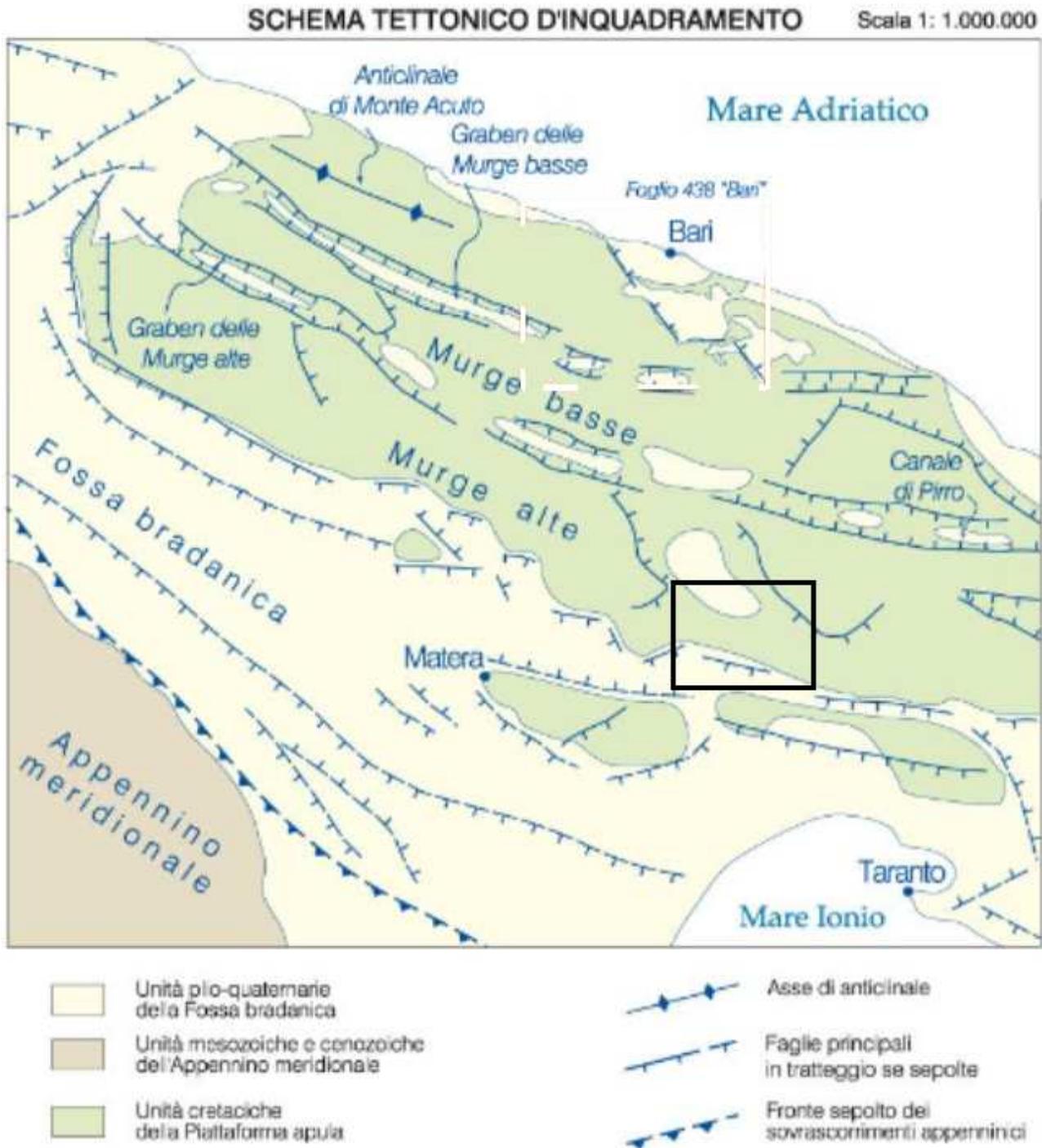


Figura 5-4. dalla carta geologica d'Italia fg. 438 Bari sito web ISPRA

## 6 CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI

### 6.1 GEOMORFOLOGIA

I terreni che corrispondono al sito dell'opera in progetto sono ubicati in una zona con quote variabili tra 371 e 267 metri s.l.m..

Dal punto di vista morfotettonico la zona in esame appartiene al versante Sud-Occidentale dell'altopiano murgiano che si estende all'incirca con direzione NW-SE da WNW di Brindisi fino a sud di Barletta ed è delimitato a SW verso la "fossa bradanica" da una ripida scarpata di natura tettonica che si estende con direzione NW-SE. Il limite nord-occidentale è rappresentato dalla valle del F. Bradano impostata lungo una direttrice tettonica con direzione antiappenninica mentre il limite settentrionale e sud-orientale è rappresentato rispettivamente dal mare Adriatico e dalle piane di Brindisi e Taranto alle quali l'altopiano murgiano si raccorda mediante una serie di terrazzi posti via via a quote più basse. Il territorio murgiano è caratterizzato dalla quasi totale assenza di un reticolo idrografico superficiale data la presenza di rocce calcaree generalmente altamente permeabili.

Nelle aree murgiane poste a media e bassa quota i deflussi superficiali, così come le infiltrazioni di acqua nel sottosuolo si verificano generalmente in forma diffusa, mentre nelle Murge alte dove i pendii sono acclivi, e le linee di impluvio sono marcate ed in genere convergenti verso zone più depresse, si verificano deflussi concentrati durante gli eventi piovosi. Spesso questi sistemi di ruscellamento concentrato sono collegati a sistemi di assorbimento concentrato rappresentati da doline ed inghiottitoi che veicolano verso il sottosuolo le acque di ruscellamento superficiale.

Nell'area interessata dal presente studio in particolare sono presenti alcuni impluvi che raccolgono le acque meteoriche dalla parte più alta del territorio murgiano e le veicolano verso il basso come pure in profondità nel sottosuolo attraverso inghiottitoi e vore.

L'area oggetto di studio è caratterizzata da uno scarso reticolo idrografico. Infatti, le linee di deflusso dell'acqua, costituite da valloni più o meno incassati, sono quasi sempre asciutti a causa della scarsa piovosità (media annua di circa 450 mm) che relega l'area tra le zone ad alta aridità dell'Italia continentale. Solo in coincidenza di eventi idrometeorici, particolarmente intensi e prolungati nel tempo, una parte delle acque accumulandosi in corrispondenza di alcune incisioni presenti nella zona (impluvi) scorre in superficie raggiungendo le aree più depresse ed infiltrandosi nel sottosuolo mediante discontinuità di origine carsica.

Sono presenti infatti diversi impluvi che il tracciato stradale interseca e che sono caratterizzati dalla presenza di terreni alluvionali. I più importanti di tali impluvi che interferiscono con il tracciato stradale di progetto, si individuano in corrispondenza rispettivamente delle sezioni 72÷74, 88÷90, 92÷94, 144÷146, 155-159.

Morfologie carsiche importanti sono rappresentate dalle doline di cui una di forma pressochè circolare, riempita di suolo residuale e riporto e circondata da coltivazioni agrarie, presente a ridosso della strada esistente tra le sezioni 32 e 33.

Un aspetto rilevante che si riscontra generalmente è la corrispondenza diretta tra le caratteristiche morfologiche e quelle strutturali del territorio considerato così come dell'altopiano murgiano in generale, dove le scarpate corrispondono a rigetti di faglia, gli alti morfologici corrispondono a delle anticlinali e le depressioni a delle strutture sinformi.

Il motivo tettonico principale è dato da una monoclinale che immerge verso SSW movimentata da blandi piegamenti anticlinali e sinclinali e da faglie con orientazione varia.

Nel territorio considerato gli assi delle pieghe presenti hanno direzione WNW-ESE.

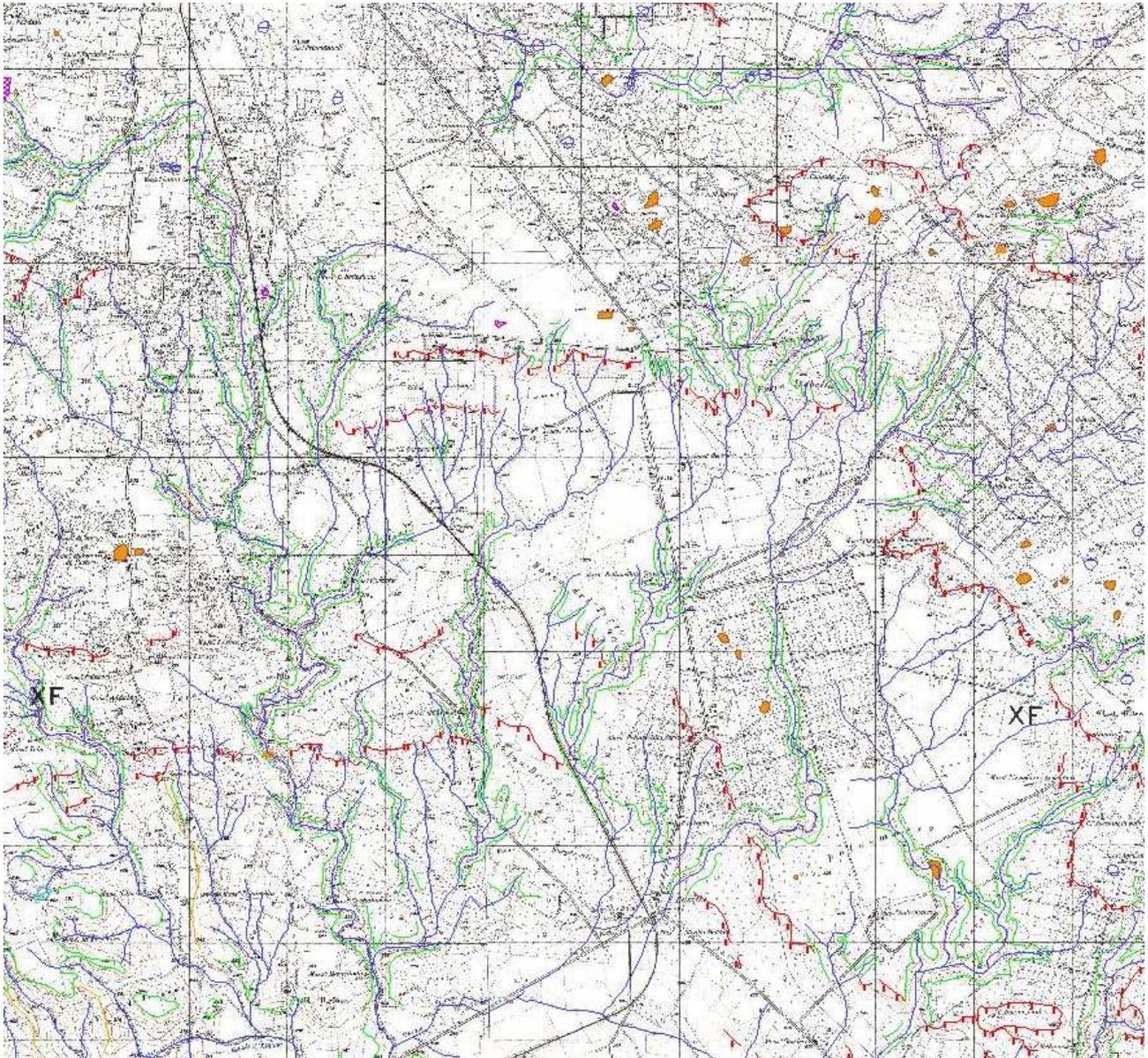


Figura 6-1. dalla carta Idrogeomorfologica sito web AdB Puglia

## 6.2 IDROGEOLOGIA

Per definire i caratteri idrogeologici di una qualsiasi area occorre prestare particolare attenzione al tipo di permeabilità e al coefficiente di permeabilità (K) delle rocce costituenti la serie geologica locale. La permeabilità è la proprietà delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua per effetto di un carico idraulico in condizioni normali di temperatura e pressione. In letteratura si distinguono tradizionalmente i seguenti tipi di permeabilità:

- per porosità,
- per fessurazione,
- per carsismo.

L'ultimo tipo è considerato da diversi autori derivazione diretta del secondo. Questi tipi fondamentali di permeabilità sussistono spesso in associazione. I mezzi rocciosi in cui prevalgono il secondo ed il terzo tipo sono detti permeabili in grande, mentre quelli permeabili per porosità sono detti permeabili in piccolo.

Il coefficiente di permeabilità (K) è invece la costante di proporzionalità che lega la velocità di filtrazione al gradiente idraulico nella Legge di Darcy.

K si determina in laboratorio o meglio in situ per le terre ed esclusivamente in situ per le rocce litoidi attraverso la realizzazione di pozzi o pozzetti superficiali.

Sulla base di queste indicazioni di carattere generale è possibile affermare che le rocce costituenti la serie geologica presente nell'area interessata possono essere distinte in:

- rocce permeabili per porosità interstiziale,
- rocce permeabili per porosità interstiziale e per carsismo,
- rocce permeabili per fessurazione e carsismo,
- rocce praticamente impermeabili.

La permeabilità per porosità di interstizi, o porosità primaria, è tipica di quei litotipi la cui tessitura è caratterizzata dalla presenza di spazi intergranulari tra loro comunicanti che consentono la presenza e il movimento dell'acqua. La permeabilità per fessurazione o permeabilità secondaria è invece direttamente collegata all'esistenza di fratture in corpi rocciosi litoidi con porosità primaria bassissima o nulla.

Le rocce permeabili per porosità sono le calcareniti e le sabbie dei Terrazzi marini. Tali depositi classificabili come rocce generalmente poco permeabili, posseggono una permeabilità per fessurazione laddove si presentano ben cementate; hanno importanza ai fini idrogeologici dove sono sovrapposti alle Argille subappennine, in quanto si determinano le condizioni per l'accumulo di acqua di infiltrazione e quindi per l'esistenza di una falda superficiale.

Le Argille subappennine sono rocce a bassa permeabilità o praticamente impermeabili. Le Calcareniti di Gravina presentano invece una permeabilità mista dovuta al fatto che alla porosità primaria si sommano gli effetti del carsismo. Queste rocce risultano comunque essere poco permeabili.

## 6.2.1 Acque sotterranee

In ragione di quanto sopra scritto nell'entroterra tarantino è presente solo l'acquifero profondo.

Per definire gli aspetti idrogeologici salienti relativi all'acquifero profondo si possono prendere in considerazione i dati del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia. La base dell'acquifero è indefinita in quanto rappresentata da livelli delle stesse rocce calcareo- dolomitiche che con la profondità presentano un grado di fratturazione, porosità d'insieme e permeabilità via via decrescente. L'andamento della superficie piezometrica evidenzia le direzioni principali dei deflussi sotterranei dirette verso la costa.

Questa falda è presente nel sottosuolo dell'area in studio così come in tutto il territorio murgiano, non è soggetta a variazioni stagionali apprezzabili di livello.

Viene alimentata dalle acque meteoriche che incidono sul territorio e si infiltrano attraverso le numerose fratture e fessure presenti nella roccia. Le acque dolci di falda sono sostenute alla base dalle acque marine di intrusione continentale e sono separate dalle stesse da una "zona di diffusione" in cui si verifica un rapido aumento della salinità con minime variazioni della profondità.

In base ai dati riportati nel Piano Regionale Acque (P.T.A. di cui si riporta uno stralcio), nell'area in esame la piezometrica si attesta sui 50 m slm, corrispondenti ad una profondità, rispetto al piano campagna pari a circa 215 m.

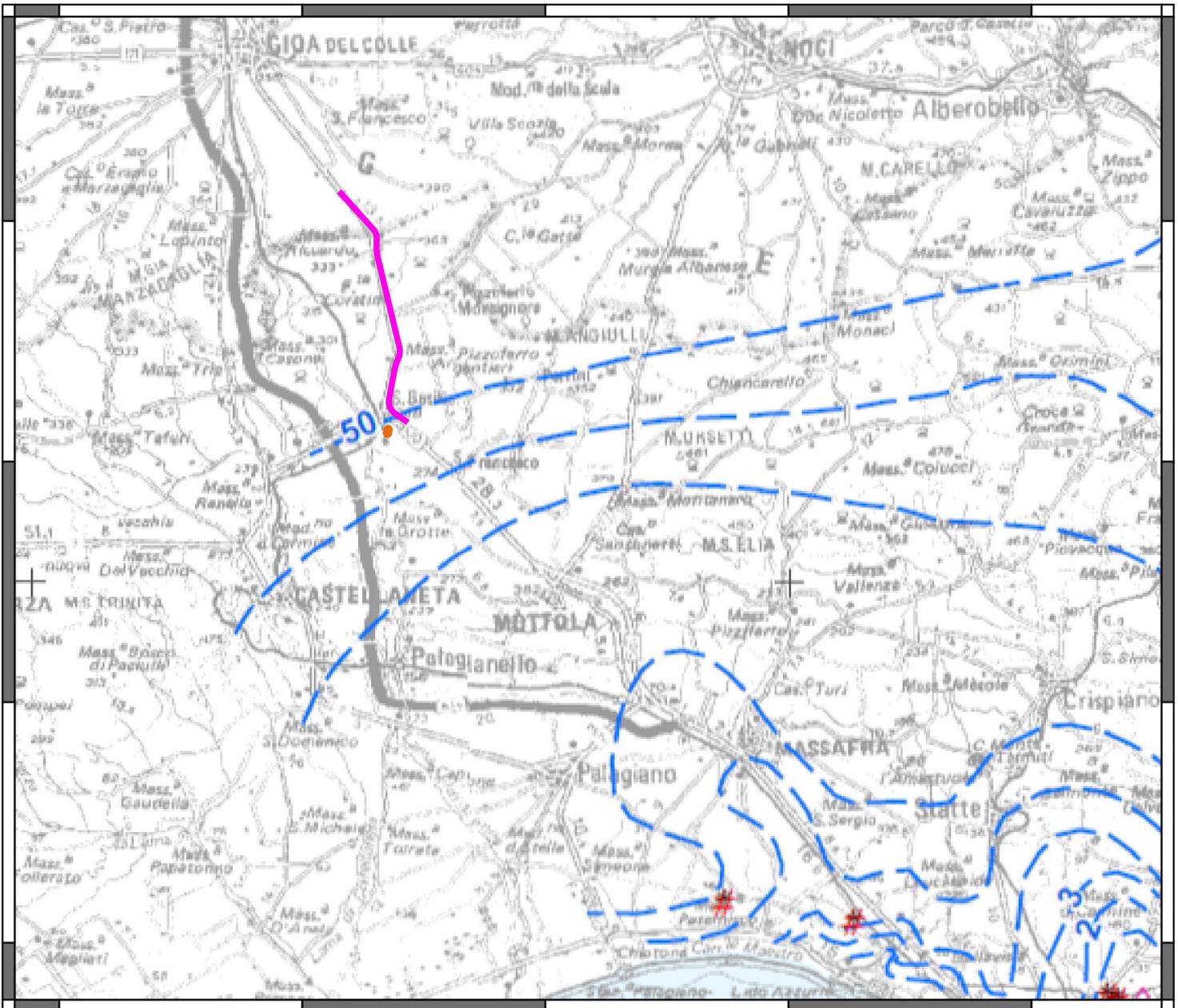
656000

664000

672000

680000

688000



0 2,5 5 7,5 10 km



PLANIMETRIA DISTRIBUZIONE MEDIA CARICHI  
PIEZOMETRICI DEGLI ACQUIFERI CARSICI DELLA  
MURGIA E DEL SALENTO (PIANO DI TUTELA ACQUE  
DELLA REGIONE PUGLIA)

SCALA 1: 200000

## LEGENDA

-  tracciato stradale
-  ubicazione vasca di laminazione
-  isopiezica (m s.l.m.)

## EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI

-  Portata < 10 l/s
-  Portata > 10 l/s

## EMERGENZE CENSITE DA INFRAROSSO TERMICO

-  Gruppo di efflussi a mare probabilmente coincidenti con sorgenti
-  Concentrazione di più efflussi di limitato contrasto termico
-  Singolo efflusso a mare probabilmente coincidente con una sorgente
-  Singolo efflusso a mare di limitate dimensioni e modesta anomalia termica
-  Singolo efflusso a mare di rilevanti dimensioni ed elevata anomalia termica

## 7 MODELLO GEOLOGICO

L'asse stradale interessato dall'intervento si sviluppa per la maggior parte del tracciato, su rocce appartenenti alla formazione geologica dei Calcari di Altamura di età Cretacea. Un tratto più limitato del tracciato, nella parte finale in località San Basilio interessa la formazione delle Calcareniti di Gravina di età Plio-Pleistocenica. Tutte e due le formazioni sono a luoghi ricoperte da una coltre detritica terrigena.

Di seguito vengono descritte più in dettaglio le caratteristiche litologiche delle due formazioni.

- **Calcareniti di Gravina (Plio-Pleistocene)**

Si rinvencono nell'ultimo tratto del del tracciato stradale per una lunghezza di circa 1250 metri. Si tratta di calcareniti massicce, generalmente a grana fine, di colore bianco giallastro con irregolari accenni di stratificazione.

Questa formazione risulta trasgressiva sulla formazione del calcare di Altamura con la presenza generalmente di un banco conglomeratico calcareo al passaggio tra le due.

Lo spessore di questi litotipi è variabile e può raggiungere la potenza di 50-60 metri. Nelle indagini eseguite in situ, sono stati riscontrati spessori compresi tra 5 metri (S6) e 20 metri (S2 int.)

- **Calcare di Altamura (Cretaceo)**

Si rinviene in corrispondenza della maggior parte del tracciato stradale ed è costituito prevalentemente da calcari detritici organogeni a grana più o meno fine. Si differenziano dalla sottostante formazione dei "Calcari di Bari" in quanto presentano una leggera discordanza angolare ed inoltre la presenza di calcari incrostanti rossastri e terrosi.

Lo spessore della formazione non è ben definito essendo caratterizzata da una blanda struttura a pieghe.

Pertanto il Modello Geologico e Litostratigrafico che caratterizza il sottosuolo del tracciato stradale di progetto indica che si è in presenza prevalentemente di depositi calcarei a cui risultano sovrapposti nel tratto finale delle calcareniti.

I sondaggi eseguiti confermano quanto detto sopra e pertanto si può affermare che il tracciato stradale interessa quasi totalmente litotipi calcarei cretacei e subordinatamente litotipi calcarenitici Plio-pleistocenici.

Il tracciato stradale interessa un'area che degrada procedendo da Nord verso Sud, e richiede scavi in trincea; essa comunque non è adiacente a pendii potenzialmente instabili. Si escludono pertanto problematiche di tipo geomorfologico.

Per descrivere le caratteristiche litologiche di dettaglio lungo il tracciato stradale di progetto, oltre ai dati derivanti dagli studi bibliografici reperiti per il territorio interessato, si è fatto uso dei dati ottenuti dalla campagna di indagini eseguita nell'anno 2021, è stato definito il modello geologico per ciascun sito interessato dalla realizzazione delle opere principali: ponti, trincee, vasca di laminazione e drenaggio e specificatamente in corrispondenza delle seguenti opere:

- Cavalcavia • Km 1+900
- Cavalcavia • Km 5+450
- Tombino • Km 7+900
- Trincea stradale – Sez. 37-41
- Vasca di laminazione e drenante

## 7.1 CAVALCAVIA - PROGRESSIVA ~ 1+900

### OPERE PREVISTE DAL PROGETTO:

In corrispondenza di tale zona, è prevista la realizzazione di un Cavalcavia.

### SONDAGGI E PROVE DI RIFERIMENTO:

- campagna indagini 2021: sondaggi geognostici a carotaggio continuo S1 e S2 con prelievo di campioni per prove di laboratorio, sondaggio sismico a rifrazione e masw ST3.

### MODELLO GEOLOGICO

In base ai dati disponibili si elabora il seguente modello geologico.

#### U.G. R

-da 0.0 a 1.50 metri dal p.c. Terra rossa passante ad ammasso calcareo completamente carsificato.

#### U.G. Cr1

-da 1.50 a 5.0 metri dal p.c. calcare molto carsificato e fratturato

#### U.G. Cr2

- da 5.00 alla prof. di int. calcare da molto a mediamente carsificato e fratturato

---

## 7.2 CAVALCAVIA - PROGRESSIVA ~ 5+450

### OPERE PREVISTE DAL PROGETTO:

In corrispondenza di tale zona, è prevista la realizzazione di un Cavalcavia.

### SONDAGGI E PROVE DI RIFERIMENTO:

- campagna indagini 2021: sondaggi geognostici a carotaggio continuo S4 e S5 con prelievo di campioni per prove di laboratorio, sondaggio sismico a rifrazione e masw ST8-ST19.

### MODELLO GEOLOGICO

In base ai dati disponibili si elabora il seguente modello geologico.

#### U.G. R

-da 0.0 a 0.50 metri dal p.c. terreno sabbioso ghiaioso rossastro

#### U.G. Cr1

-da 1.00 a 19.6 metri dal p.c. calcare fratturato

#### U.G. Cr2

- da 25.00 alla prof. di int. calcare fratturato e/o carsificato con caratteristiche mediamente analoghe a Cr1

### 7.3 TOMBINO - PROGRESSIVA ~ 7+900

#### OPERE PREVISTE DAL PROGETTO:

In corrispondenza di tale zona, è prevista la realizzazione di un Tombino.

#### SONDAGGI E PROVE DI RIFERIMENTO:

- campagna indagini 2021: sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1 int. con prelievo di campioni per prove di laboratorio, sondaggio sismico a rifrazione e masw ST3int-ST13.

#### MODELLO GEOLOGICO

In base ai dati disponibili si elabora il seguente modello geologico.

##### U.G. R

-da 0.0 a 0.80 metri dal p.c. terreno sabbioso ghiaioso rossastro

##### U.G. Cr1

-da 0.80 a 7.6 metri dal p.c. calcarenite poco cementata con inclusioni sabbiose

##### U.G. Cr2

- da 7.60 a 30 metri dal p.c. argilla sabbioso con clasti calcarei, con livelli di calcari intensamente fratturati e carsificati

## 7.4 TRINCEA STRADALE – SEZIONI 37-41

### OPERE PREVISTE DAL PROGETTO:

In corrispondenza di tale zona, è prevista la realizzazione una trincea stradale in allargamento a quella già esistente.

### SONDAGGI E PROVE DI RIFERIMENTO:

-campagna indagini 2021: sondaggi geognostici a carotaggio continuo S1 ed S2 , con prelievo di campioni per analisi di laboratorio, sondaggio sismico a rifrazione e masw ST3.

### MODELLO GEOLOGICO

In base ai dati disponibili si elabora il seguente modello geologico:

#### U.G. R

-da 0.0 a 1.50 metri dal p.c. Terra rossa passante ad ammasso calcareo completamente carsificato.

#### U.G. Cr1

-da 1.50 a 5.0 metri dal p.c. calcare molto carsificato e fratturato

#### U.G. Cr2

- da 5.00 alla prof. di int. calcare da molto a mediamente carsificato e fratturato

## 7.5 SCAVO ZONA UBICAZIONE VASCA

### OPERE PREVISTE DAL PROGETTO:

In corrispondenza di tale zona, è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione e drenante con il fondo vasca posto a circa 10 metri dal p.c.

### SONDAGGI E PROVE DI RIFERIMENTO:

-campagna indagini 2021: sondaggi geognostici a carotaggio continuo S1int. ed S2int. , con prelievo di campioni per analisi di laboratorio, sondaggio sismico a rifrazione e masw ST3int.

### MODELLO GEOLOGICO

In base ai dati disponibili si elabora il seguente modello geologico:

#### U.G. R

-da 0.0 a 1.50 metri Terreno vegetale passante a calcarenite alterata.

#### U.G. SCa

-da 1.50 a 6.50 metri Sabbie con intercalazioni calcarenitiche

#### U.G. CaS

- da 6.50 alla prof. di int. Calcareniti con intercalazioni sabbiose

## 8 ANALISI DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

La pericolosità geologica consiste nella probabilità che un dato evento (portatore/causa di effetti negativi per l'uomo e/o l'ambiente) si verifichi con una certa intensità in una data area e in un determinato intervallo di tempo.

In base alla collocazione geografica e alle caratteristiche geomorfologiche e litostratigrafiche dell'ambito territoriale studiato, si focalizza l'attenzione su:

- pericolosità sismica
- pericolosità idraulica.

### 8.1 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 –Norme Tecniche per le Costruzioni-, e con l'ultimo aggiornamento delle stesse (2018), la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Il primo passo consiste nella determinazione di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido). Tali valori sono forniti dall'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV) in base agli studi del Gruppo di Lavoro MPS (2004), che ha provveduto alla redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 riportata nel Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.



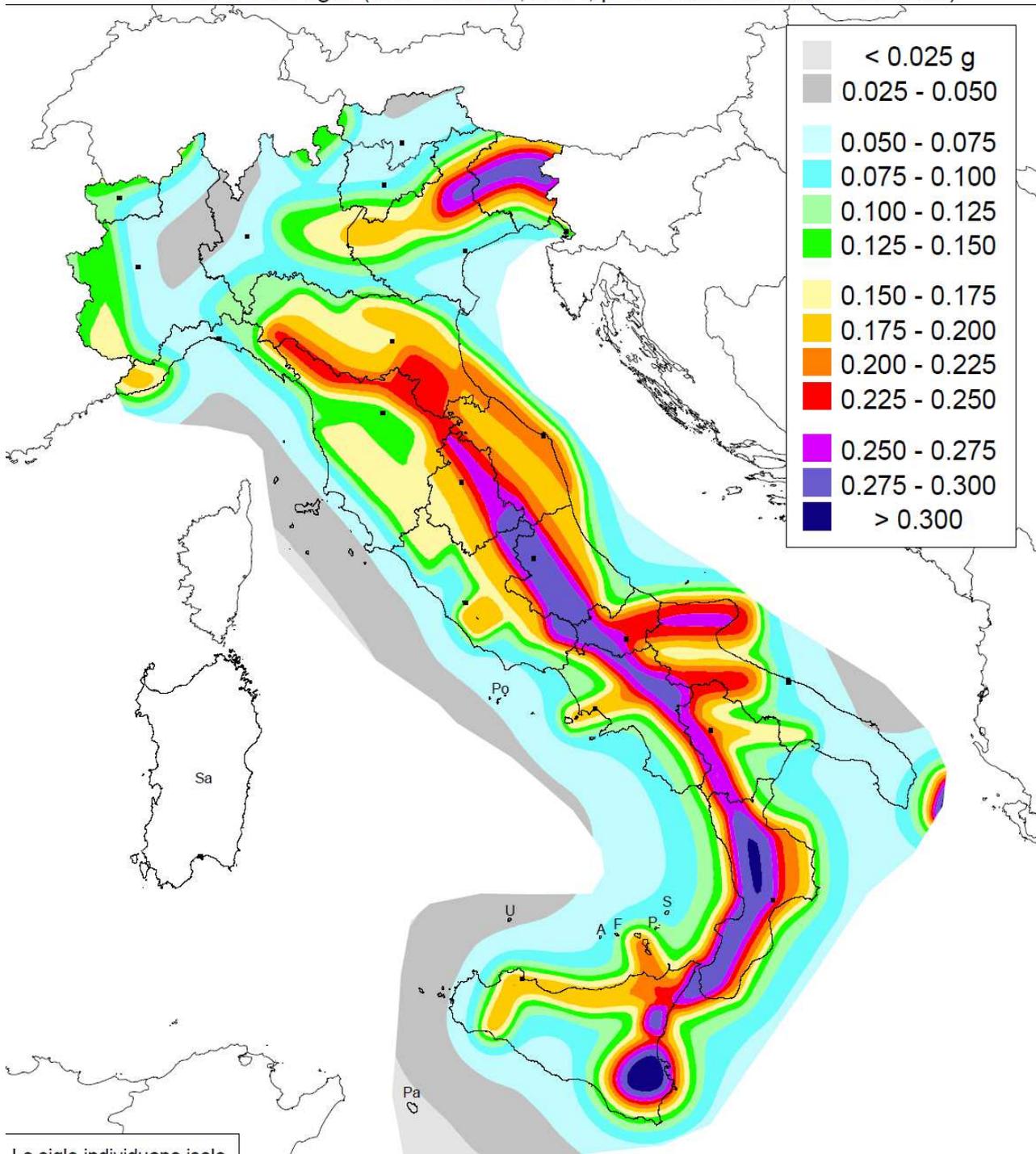
**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

**Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale - 84<sup>mo</sup> percentile**

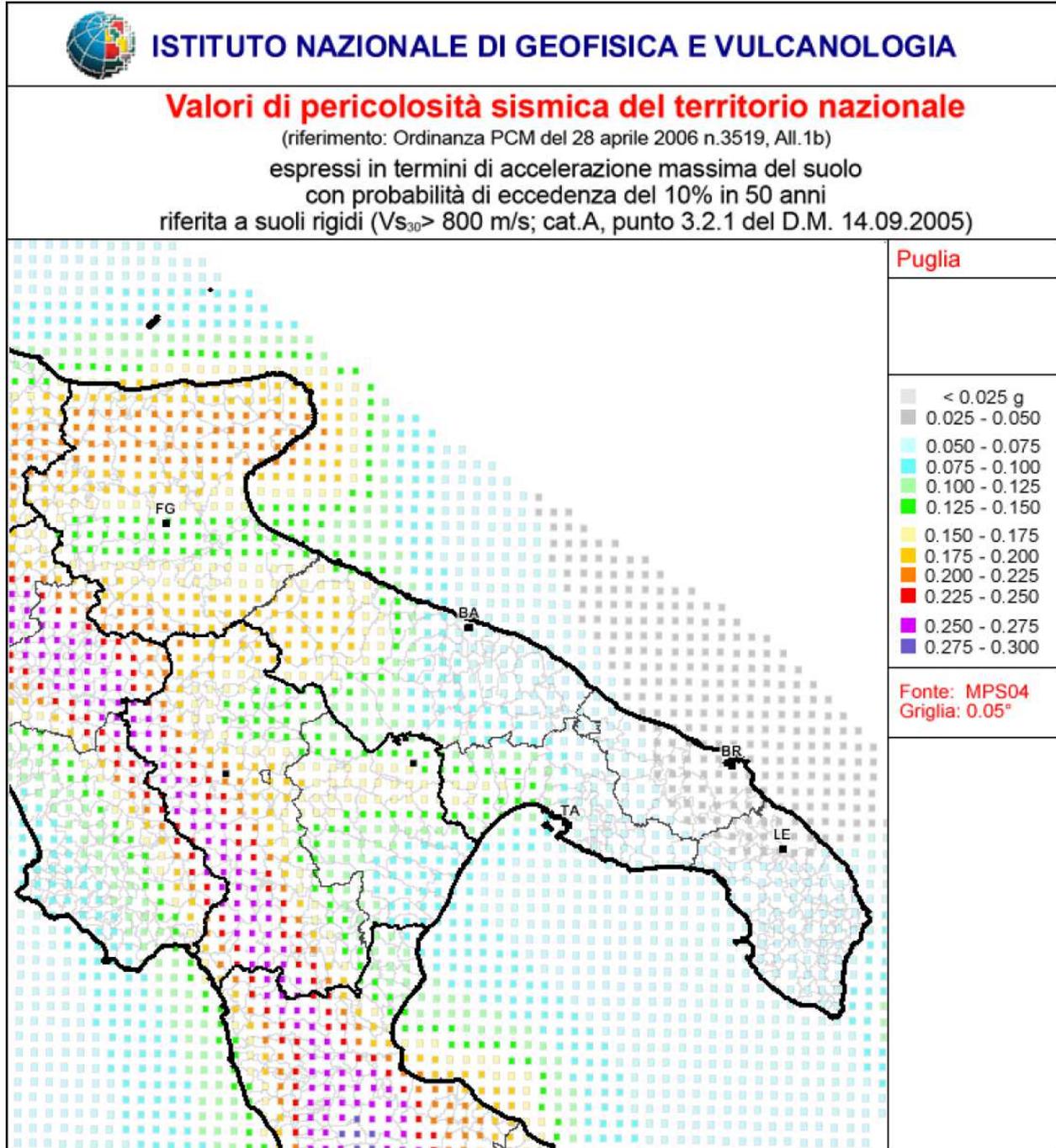
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo  
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Le sigle individuano isole



Per la determinazione dei parametri di scuotimento è necessario conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare. Si determina quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente

presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- ag accelerazione orizzontale massima del terreno;
- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- Tc\* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- ag il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- Fo e Tc\* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC.

Il Ministero dei LL. PP. ha reso disponibile un foglio di calcolo che permette di calcolare agevolmente i parametri sismici richiesti dalle NTC in base al Comune o, in maniera più precisa, alle coordinate geografiche dell'opera da realizzare. Da tale foglio di calcolo sono ricavati per i siti esaminati i grafici riportati successivamente per ciascun sito.

Come accennato in precedenza, tali parametri di base, sono modificati in funzione della Stratigrafia (Categorie di Suolo) e della morfologia (Condizioni topografiche) del sito, giungendo a definire la "Risposta sismica locale". La scelta del tempo di ritorno è invece funzione del tipo e della classe dell'opera da realizzare, mentre altre modifiche sono indotte dalla tipologia strutturale.

## 8.2 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione

Tab. 3.2.III – 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 $i > 30^\circ$

Tali categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30,00 metri.

Nel caso in esame la categoria topografica è la T1 (pendii con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

### 8.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VSeq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato 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.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VSeq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

**Tab. 3.2.II –** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Nella Relazione Sismica, si riportano i parametri della pericolosità sismica di base per ciascuna delle opere principali descritte in precedenza.

## 8.4 RISCHIO IDRAULICO

Dal punto di vista idrologico, la zona interessata dal tracciato stradale è caratterizzata da alcuni impluvi con scorrimento di acque in occasione di intensi fenomeni di precipitazione; di conseguenza, gli effetti erosivi e sedimentari sono evidenti nelle zone soggette a scorrimento superficiale.

Le acque di infiltrazione vanno poi ad alimentare la falda profonda, la quale dai dati disponibili è presente nel sottosuolo a profondità variabili in funzione della quota topografica e comunque sempre superiore a 200 metri rispetto al piano campagna.

Sulla base dei caratteri litologici osservati ed in precedenza descritti, è possibile schematizzare i caratteri di permeabilità delle rocce presenti nel sottosuolo dell'area oggetto di studio.

Riguardo al tipo e al grado di permeabilità i terreni si possono suddividere in:

- permeabili per fratturazione e carsismo;
- permeabili per porosità.

### 8.4.1 Terreni permeabili per fratturazione e carsismo

A questa categoria appartengono i litotipi calcarei cretacei che sono dotati generalmente da un valore del coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $10^{-4}$  e  $10^{-6}$  m/s.

### 8.4.2 Terreni permeabili per porosità

A questa categoria appartengono i litotipi calcarenitici plio-pleistocenici.

Le calcareniti, sono dotate generalmente da un valore del coefficiente di permeabilità  $k$  compreso tra  $10^{-6}$  e  $10^{-7}$  m/s.

Non è escluso che a luoghi dette formazioni presentano livelli più permeabili con valori del coefficiente di permeabilità molto più elevato.

Di seguito vengono riportate le tabelle che sintetizzano i risultati ottenuti nelle prove di permeabilità eseguite nei sondaggi e nei pozzetti lungo il tracciato stradale e in corrispondenza della zona interessata dalla realizzazione della vasca di laminazione e drenante:

Prova n.	sezione	prof.	k medio (m/s)
PP2	13	0.5-1.0	2.42E-6
S1 1	37	1.5-2.5	1.0E-4
S1 2	37	4.0-5.0	1.19E-4
S2 3	37	1.0-2.0	1.52E-4
S2-4	37	4.5-5.0	3.57E-4
PP5	44	0.5-1.0	1.72E-6
S3 5	72	1.0-1.5	9.35E-5
S3 6	72	3.5-4.0	2.48E-4
PP8	73	0.5-1.0	2.04E-6
PP11	99	0.5-1.0	3.05E-6
S4 7	110	1.0-1.5	6.35E-4
S4 8	110	3.0-3.5	3.58E-4
S5 9	111	1.0-1.5	1.22E-4

S5 10	111	4.5-5.0	4.37E-4
PP14	132	0.5-1.0	5.23E-6
PP15	141	0.5-1.0	3.32E-6
S6 11	156	1.0-1.5	3.49E-5
S6 12	156	4.0-4.5	3.68E-5
PP17	161	0.5-1.0	2.8E-6
			<b>valore medio 9.2E-5</b>

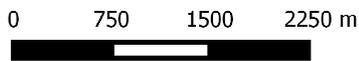
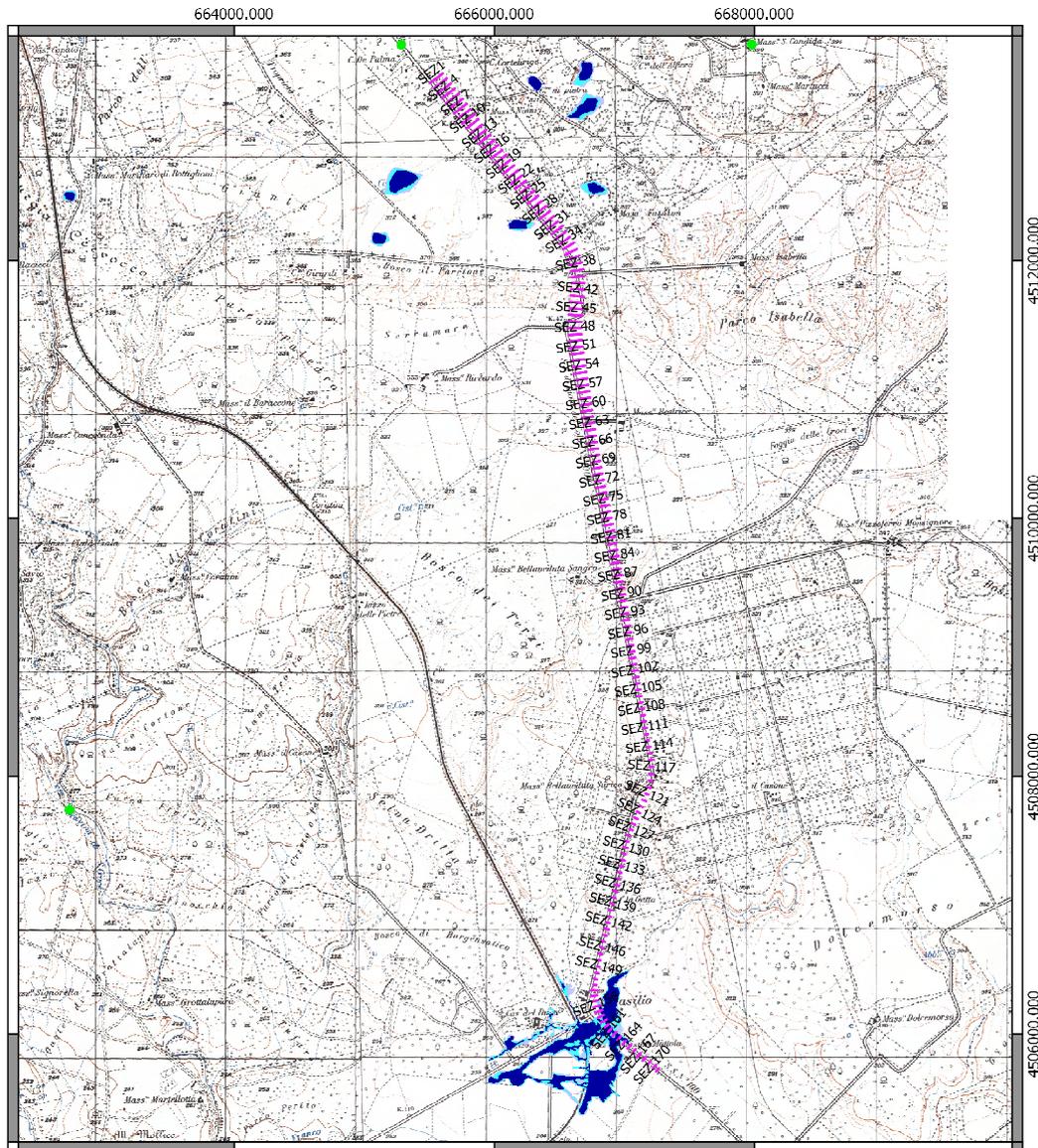
Sondaggio	Prova n.	tratto in prova	k medio (m/s)
S1int	1	0.0-10.0	1.49E-6
	2	10.0-15.0	3.86E-7
	3	20.0-25.0	1.25E-5
	4	25.0-30.0	9.79E-6
S3int	1	5.0-10.0	1.84E-4
	2	10.0-15.0	2.14E-6
	3	17.0-22.0	3.42E-5
	4	25.00-30.0	1.02E-5
			<b>valore medio 3.62E-5</b>

L'autorità di Bacino della Regione Puglia ha perimetrato le diverse aree del territorio regionale a pericolosità idraulica suddividendole come segue in relazione al tempo di ritorno dei possibili eventi dannosi:

- AP aree ad alta probabilità di inondazione
- MP aree a moderata probabilità di inondazione
- BP aree a bassa probabilità di inondazione

Il tracciamento delle aree inondabili avviene sulla base dei livelli di piena stimati, per i reticoli idrografici, e sulla base dell'altezza idrica raggiunta all'interno delle depressioni morfologiche, per i recapiti endoreici; riferendosi alle risultanze delle modellazioni idrologiche ed idrauliche per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni e corrispondenti alle perimetrazioni di tipo AP (Alta Pericolosità), MP (Media Pericolosità) e BP (Bassa Pericolosità) rispettivamente.

Il tracciato stradale attraversa aree a pericolosità idraulica perimetrata dal PAI Puglia (Vedi la carta di dettaglio alla pagina seguente – **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).



**CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA  
E GEOMORFOLOGICA (DA ADB  
PUGLIA) SCALA 1: 40000**

**Legenda**

- sezioni stradali SS100
- Zona A.P.
- Zona M.P.
- Zona B.P.

## ALLEGATI

- Carta Geologica
- Carta Geomorfologica
- Carta Idrogeologica
- Profilo Geologico