

ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERZIA

PROGETTO DEFINITIVO

<p>CONTRAENTE GENERALE:</p> 	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Federico Montanari</p>	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Salvatore Lieto</p>
--	---	--

<p><i>PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese</i></p> <p><i>Mandataria:</i></p>			
			

<p><i>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI</i></p> <p>Ing. Antonio Grimaldi</p> <p><i>GEOLOGO</i></p> <p>Dott. Geol. Fabrizio Pontoni</p> <p><i>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</i></p> <p>Ing. Michele Curiale</p>			
---	---	--	---

<p><i>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</i></p> <p>Ing. Giulio Petrizzelli</p>		
---	--	--

<p>2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</p> <p>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</p> <p>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia</p> <p>GEOLOGIA E GEOTECNICA</p> <p>Relazione geologica, geomorfologica e geoidrogeologica generale</p>	<p>SCALA:</p> <hr/> <p>DATA:</p> <p style="text-align: center;">Giugno 2017</p>
--	---

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
Codice Elaborato:	L0703	213	E	02	GE0000	REL	01	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	Giugno 2017	EMISSIONE PER CONSEGNA	PROGIN	F. Pontoni	F. Pontoni	A. Grimaldi

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 2 di 37

INDICE

1. PREMESSA	3
2. GEOLOGIA.....	4
2.1 2.1 INQUADRAMENTO DELL' AREA	4
2.2 2.2 GEOLOGIA E ASSETTO STRUTTURALE.....	8
2.2.1 <i>Stratigrafia</i>	8
2.2.2 <i>Assetto strutturale</i>	13
2.2.3 <i>Geologia del Tracciato</i>	16
3. GEOMORFOLOGIA.....	19
3.1 MORFOLOGIA.....	19
3.2 AREE IN DISSESTO E PAI.....	20
4. IDROGEOLOGIA	24
4.1 TEMPERATURE	24
4.2 PRECIPITAZIONI	26
4.3 VENTI.....	26
4.4 ASPETTI IDROGRAFICI	28
4.5 PERMEABILITÀ E FALDE ACQUIFERE - MODELLO IDROGEOLOGICO	28
4.6 IDROGEOLOGIA DEL TRACCIATO.....	31
4.7 IMPLICAZIONI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	35
5. BIBLIOGRAFIA	37

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 3 di 37

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce una sintesi dello studio geologico condotto a supporto della progettazione definitiva della Pedemontana delle Marche, "ASSE VIARIO MARCHE UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA – MAXILOTTO 2: 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud e 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesti S.S. 77 a Muccia e Sfercia.

Il tracciato in progetto risulta collocato in un ambito geografico ricompreso tra Castelraimondo e Muccia, nell'ambito dei territori comunali di Matelica, Castelraimondo, Camerino e Muccia nella provincia di Macerata. Tale area si colloca interamente nel cosiddetto "Bacino di Camerino" nella Regione Marche, in un contesto morfologico prevalentemente collinare.

Lo studio condotto ha avuto la finalità, prima, di definire, le connotazioni geologiche idrogeologiche e geomorfologiche dell'area e sulla base del tracciato già identificato nella fase preliminare, successivamente di essere di supporto per i progettisti geotecnici e strutturali relativamente alle tipologie e problematiche connesse con le opere d'arte e le sistemazioni definitive del territorio.

Lo studio è consistito nella revisione delle indagini geologiche già svolte dalla Regione Marche per la progettazione preliminare, definitiva e SIA della strada Pedemontana (Progetto Bonifica, RPA, Italprogetti, 2004), per la progettazione definitiva di tutto il tracciato della pedemontana delle Marche approvata nel 2008, utilizzando inoltre le ulteriori indagini eseguite nel 2017.

La presente relazione riprende in gran parte la relazione geologica dei progetti sopra citati, con modifiche ed integrazioni che tengono conto delle variazioni apportate al progetto e dei risultati scaturiti dalle ulteriori indagini realizzate.

2 GEOLOGIA

21 21 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area del tracciato stradale in oggetto si sviluppa nell'Appennino Umbro-Marchigiano. La figura seguente mostra lo schema geologico regionale.

Il tracciato, per tutta la sua estensione, ricade nel "Bacino di Camerino"; orientato NNW-SSE, che rappresenta un bacino minore del Bacino Marchigiano Interno. E' delimitato ad W dalla Dorsale Umbro-Marchigiana, nel tratto che va da M. Fano a M. di Giulio e a ESE dalla Dorsale Marchigiana, tra M. San Vicino e M. Fiegni. Le più modeste opere ricadenti in S.P. 132 Varanese e Muccia (S.P. 256) verranno trattate, da punto di vista geologico, di volta in volta specificatamente e separatamente data la modestia degli interventi e del territorio coinvolto.

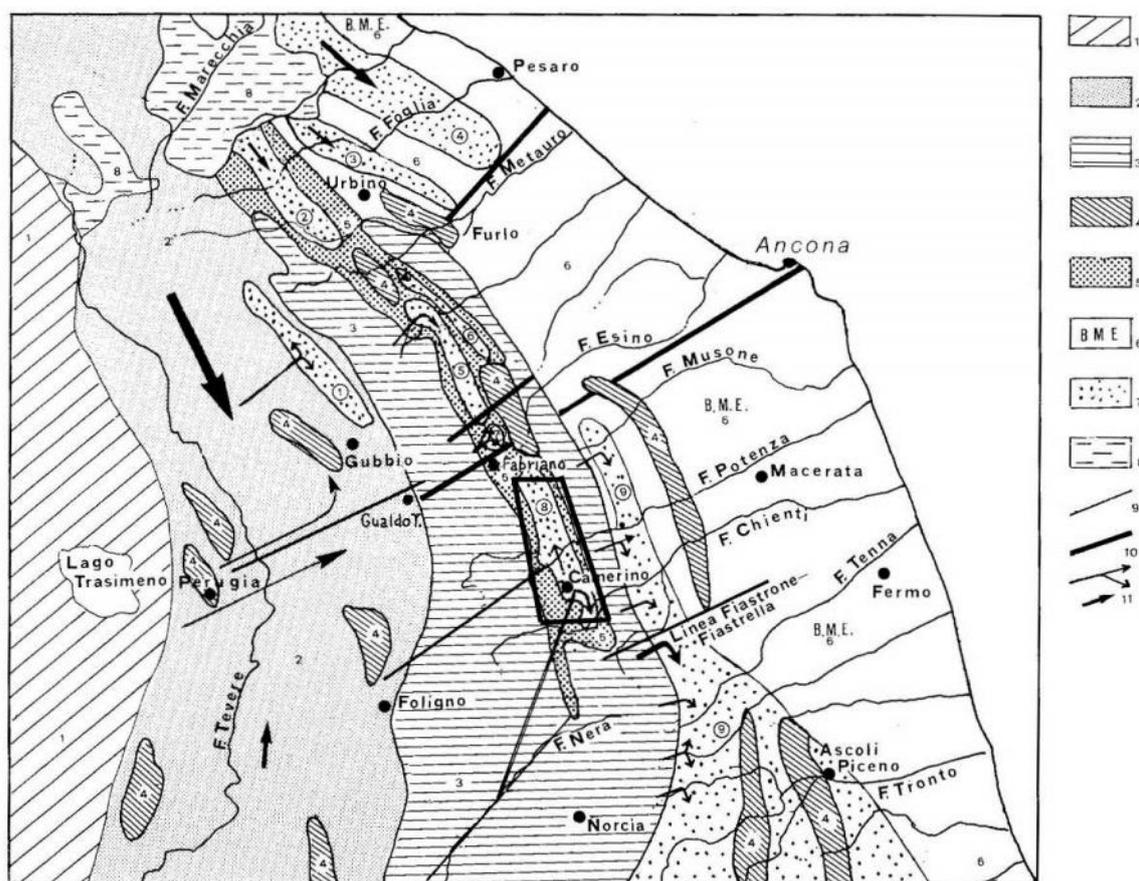


Figura 16. Distribuzione delle principali unità morfostrutturali nell'Appennino umbro-marchigiano. 1) Bacino toscano; 2) Bacino umbro; 3) Dorsali umbro-marchigiana e marchigiana; 4) Dorsali minori; 5) Bacino marchigiano interno; 6) Bacino marchigiano esterno; 7) «Bacini minori»: 1. bacino di M. Vicino; 2. bacino di Pietrarubbia-Peglio-Urbania; 3. bacino di Monte Calvo in Foglia; 4. bacino di M. Luro; 5. bacino di M. Turrino-Percozzone-S. Giovanni; 6. bacino di Serraspino; 7. bacino di San Donato-Cantia; 8. bacino di Camerino; 9. bacino della Laga; 8) Colata della Val Marecchia; 9) Principali faglie trasversali; 10) Principali «selle» trasversali; 11) Direzioni di apporto dei depositi torbiditici.

Fig. 2.1 - Carta geologica delle Marche. L'area di studio è nel riquadro (da "L'ambiente fisico delle Marche", Regione Marche, Ed. SE.L.CA).

Le successioni attraversate appartengono al Bacino di Camerino e le età formazionali sono comprese tra il Burdigaliano superiore (Schlier) e il Messiniano (Formazione di Camerino); a queste vanno aggiunte le coperture costituite dai depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati e dai depositi eluvio-colluviali di età pleistocenica-olocenica.

Una carta geologica schematica del bacino di Camerino, tratta da Calamita et alii è riportata nelle figure 2.2, 2.3 e 2.4. La figura 2.5 mostra la provenienza delle torbiditi silicoclastiche che occupano il bacino e degli altri detriti grossolani.



Figura 2.1: Schema geologico della porzione settentrionale del bacino di Camerino. La legenda è riportata in figura 2.4 (da Calamita et alii, in bibliografia).

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE000	Id.doc REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 6 di 37
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	---------------	-----------------	-----------	-------------------------

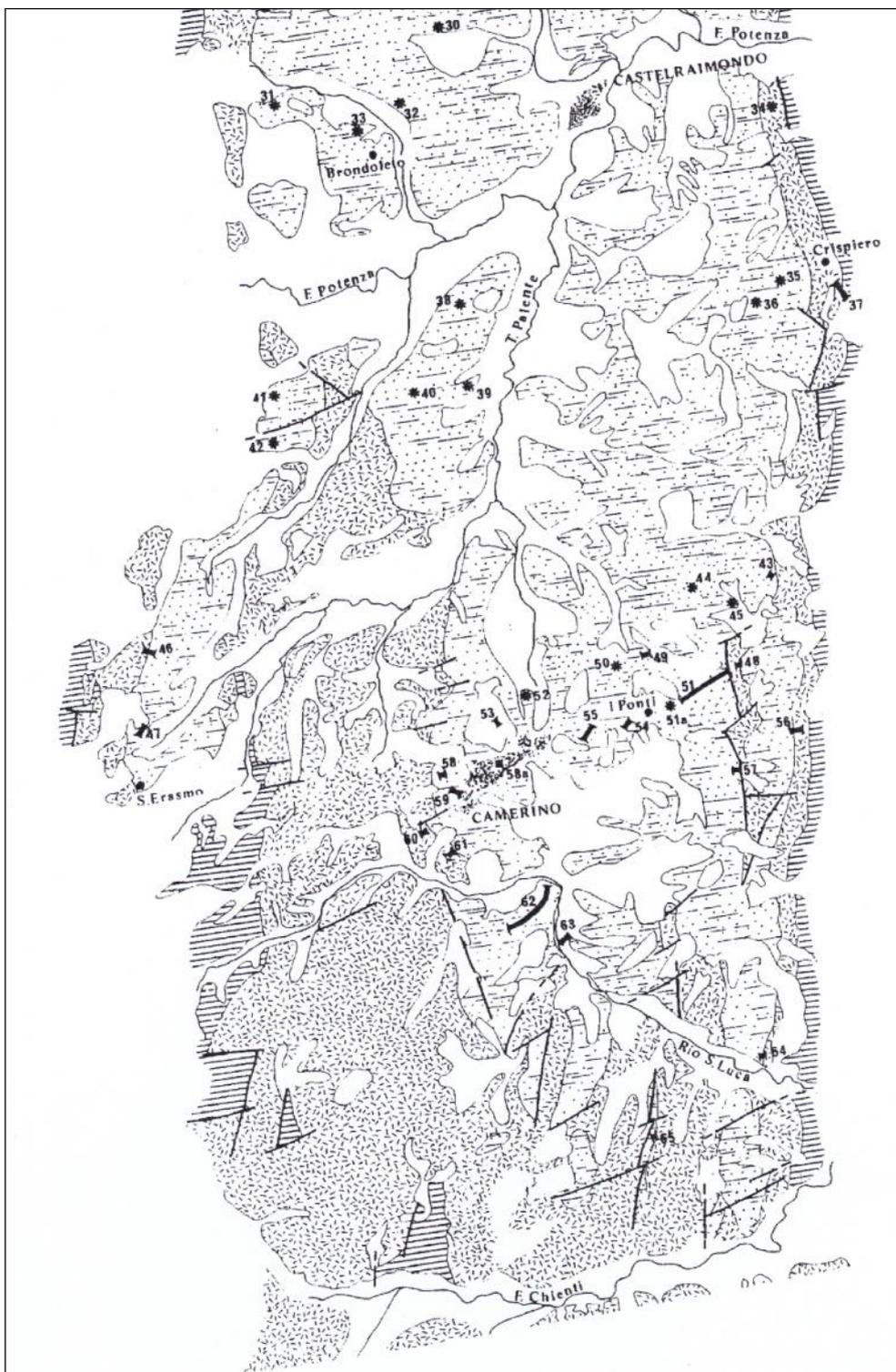


Figura 2.2: Schema geologico della porzione centrale del bacino di Camerino. La legenda è riportata in figura 2.4 (da Calamita et alii, in bibliografia).

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 7 di 37
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	-----------------	-----------	-------------------------

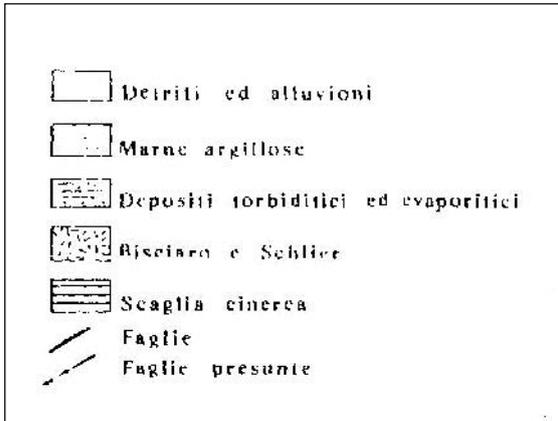


Figura 2.3: legenda della carta geologica mostrata nelle precedenti figure. I punti numerati indicano località di prelievo campioni per analisi petrografiche. (da Calamita e al.)

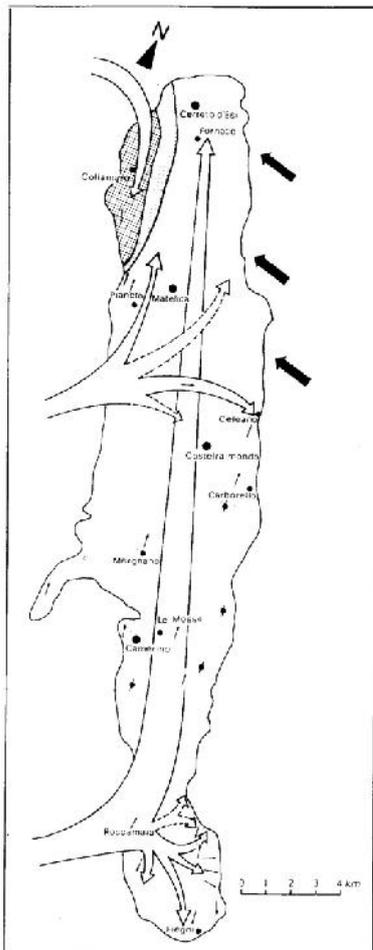


Figura 2.4: schema delle paleocorrenti nel bacino di Camerino. Si notino i due bacini distinti di Camerino e Collamato separati da una dorsale di Schlier. Le frecce grosse nere indicano gli apporti grossolani di materiali mesozoici dovuti a frane (da Calamita e al.).

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 8 di 37

2.2 2.2 GEOLOGIA E ASSETTO STRUTTURALE

2.2.1 Stratigrafia

Si riportano di seguito le descrizioni delle formazioni interessate dal tracciato, dalla più antica alla più recente.

Le unità stratigrafiche affioranti nell'area oggetto di studio sono dal basso verso l'alto: la Formazione dello Schlier e la Formazione di Camerino.

La **Formazione dello Schlier** è costituita da alternanze di marne, marne siltose calcaree e argillose, a volte arenacee, di colore grigio e da calcari marnosi in quantità subordinata. In superficie la formazione è di colore chiaro a causa dell'alterazione. La stratificazione è medio-sottile, marcata solo in superficie dalla diversa resistenza agli elementi erosivi. La deposizione dello Schlier è avvenuta tra il Burdigaliano superiore e il Tortonian, anche se il tetto varia in età da bacino a bacino. Lo spessore totale della formazione varia dai 150 ai 250 m in relazione alla difformità del fondo marino. La formazione dello Schlier rappresenta l'unità stratigrafica più antica interessata dal tracciato in progetto nella porzione



meridionale ed è attraversata dalla galleria naturale "Santa Barbara".

Figura 2.6: Affioramento dello Schlier nei pressi dell'ospedale di Camerino.

Sulla **Formazione di Camerino** si sviluppa per la maggior parte il tracciato in progetto. Si tratta nel complesso di torbiditi pelitico-arenacee, arenaceo-pelitiche e subordinatamente pelitiche, variamente associate tra loro.

Il Bacino di Camerino è suddiviso in due sub-bacini attraverso un allungato "alto strutturale" costituito dalla Formazione dello Schlier (dorsale longitudinale Argignano – M. Gallo) che si raccorda alle laterali zone depresse (sub-bacino di Collamato ad ovest e sub-bacino di Matelica ad est) tramite faglie normali sinsedimentarie. Nel sub-bacino di Matelica si sviluppa il tracciato in progetto, un sub-bacino variamente articolato sia longitudinalmente, con graduale

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 9 di 37

approfondimento da nord, in cui era presente un margine più rialzato, verso sud, sia trasversalmente con un profilo asimmetrico con la parte più profonda verso est.

In questa articolata paleo-depressione la successione verticale delle torbiditi si differenzia da zona a zona.

Le litofacies individuate tramite il rilievo geologico in scala 1:10.000, spesso basato sui criteri morfologici, sono state confermate e dettagliate alla luce soprattutto dell'analisi e rielaborazione dei sondaggi della campagna 2017. Detta analisi è stata condotta determinando lo spessore e la posizione degli strati litoidi o semi-litoidi (arenarie) e degli strati pelitico-marnosi, al fine di poter applicare il criterio del rapporto arenaria/pelite secondo la classificazione A.G.I. (1979).

L'ubicazione delle colonne stratigrafiche così definite sul profilo geologico longitudinale, unitamente ai caratteri litologici e analisi di facies, ha permesso la correlazione dei vari orizzonti per lunghezze significative ed apprezzabili in relazione alle distanze coinvolte dal progetto. Il riconoscimento di seppur sporadici livelli guida è stato di ausilio per l'interpretazione della struttura del sottosuolo. In corrispondenza della galleria naturale Mecciano, in particolare, come anche della galleria artificiale S. Anna, le litofacies individuate dal rilievo geologico di campagna sono state suddivise in ulteriori litofacies e riportate, in questa fase di progettazione, nel profilo longitudinale, in quanto nella cartografia geologica al 10.000 non sono cartografabili a causa degli spessori ridotti. In fase di progettazione esecutiva le stesse litofacies saranno rappresentate anche nella cartografia prevista in scala al 1.000.

Nell'ambito della Formazione di Camerino coinvolta dalle opere di progetto sono state dunque riconosciute le seguenti litofacies: associazione pelitica; associazione pelitico-arenacea; associazione arenaceo-pelitica.

La distinzione ed individuazione delle litofacies, oltre che su caratteri macroscopici, è stata eseguita attraverso dati quantitativi, ovvero attraverso il calcolo del rapporto arenaria/pelite (A/P), definendo per ogni litofacies un campo di valori rappresentativo.

Associazione pelitica – Rapporto 0 A/P 0,2

Questa associazione, poco presente, è stata riconosciuta dall'analisi ed elaborazione dei sondaggi, ma con spessori ridotti, rappresentati nel profilo longitudinale quando dell'ordine di 10 m, anche se non sono rappresentabili nella carta geologica al 10.000. E' costituita da marne argillo-siltose scure, a stratificazione sottile o localmente media, laminate, con sequenze prevalenti di Bouma del tipo T_e; localmente sono presenti subordinate intercalazioni di strati arenacei o siltitici a spessore sottile e medio, a grana fine. Va segnalato che le porzioni pelitiche contengono sovente materia organica, resti di carbone e rari e sottili livelli lenticolari di calcari marnosi e marne calcaree compatti, hanno superfici di strato lisce ed untuose al tatto, risultando qualche volta fetide. Questi elementi distintivi stanno ad indicare un passaggio graduale, a carattere transizionale con la sovrastante Formazione gessoso-solfifera (non affiorante nell'area).

Associazione pelitico-arenacea – Rapporto 0,2 A/P 1

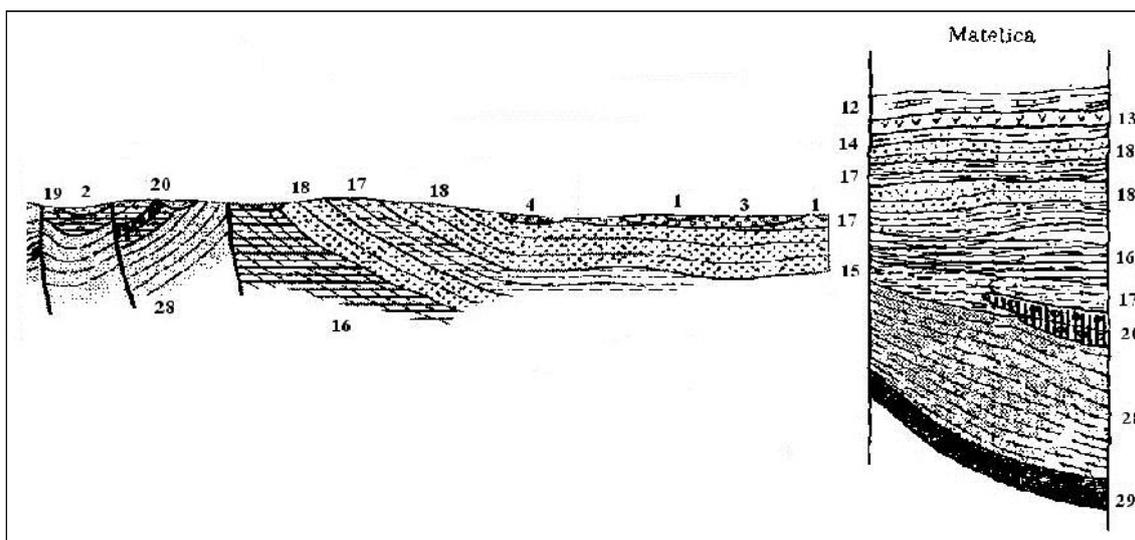
E' costituita da una prevalenza di argille marnose ben stratificate di colore grigio scuro con intercalazioni subordinate di arenarie grigio-giallastre in strati sottili e medi, a grana da media a fine o finissima. Anche in questo caso gli orizzonti pelitici contengono sovente materia organica, resti di carbone, pirite e rari e sottili livelli lenticolari di calcari marnosi compatti, hanno superfici di strato lisce ed untuose al tatto, risultando qualche volta fetide. Lo spessore massimo coinvolto lungo il tracciato è di circa 70 m.

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 10 di 37

Associazione arenaceo-pelitica – Rapporto A/P 1

E' formata essenzialmente da arenarie grigiastre e giallastre, con granulometria da grossolana a fine, in strati da sottili a spessi, da cementate a mediamente cementate e da subordinate marne argilloso-siltose grigie. Si rinvencono prevalentemente sequenze di Bouma del tipo $T_a T_{ac} T_{ce}$.

Il rapporto arenaria/pelite sebbene sia 1, è comunque basso poiché isolatamente



raggiunge il valore 2,15 all'interno della galleria Mecciano.

Figura 2.7: schema dei rapporti stratigrafici e sezione geologica nella parte Nord-occidentale del bacino di Camerino (tratta dal foglio al 50.000 Fabriano). Legenda: 1,3,4: alluvioni e detriti quaternari; 12: Argille a Colombacci; 13: Evaporiti (FM Gess-Solf); 14: Argille Bituminose (FM Gess-Solf.); 15: Tripoli; 16: associazione pelitica; 17: associazione pelitico-arenacea; 18: associazione arenaceo-pelitica; 20: arenarie e associazione arenaceo-conglomeratica; 28: Schlier; 29: Bisciario.

Depositi Quaternari

Le alluvioni terrazzate dell'Appennino Umbro-Marchigiano sono suddivise secondo quattro principali ordini di terrazzi poligenici posti ad altezze variabili da pochi metri ad oltre 200 m sugli attuali fondi vallivi.

Ogni terrazzo principale è caratterizzato da successioni alluvionali (fluviali e di conoide alluvionale) che ricoprono alvei sepolti e rilievi modellati nel substrato roccioso.

I depositi alluvionali fluviali delle principali valli sono rappresentati da successioni (spessori fino a 30-35 m) prevalentemente ghiaiose con subordinate intercalazioni sabbiose o sabbioso-limose. I ciottoli, quasi sempre ben arrotondati e poligenici, riflettono la litologia dell'intero

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 11 di 37

bacino umbro-marchigiano. La stratificazione è quasi sempre incrociata a grande scala, con tipico aspetto a “festoni”, che permette di riferire i depositi in questione a corsi d’acqua a canali multipli intrecciati (braided).

Nella cartografia allegata (scala 1:10.000) i depositi alluvionali sono stati suddivisi in “attuali”, corrispondenti all’alveo fluviale, “recenti”, riferiti alla piana alluvionale e “terrazzati”, quando si presentano a quote più alte.

La figura 2.8 mostra i tipici depositi terrazzati costituiti da alternanze ghiaiose e sabbiose, con ciottoli embricati.



Figura 2.8: depositi alluvionali terrazzati nei pressi di Matelica.

I **depositi di versante** sono per la maggior parte rappresentati da coperture colluviali e accumuli caotici derivanti da movimenti di massa di varia estensione, per lo più riferibili all’Olocene. I depositi colluviali presenti nell’area studiata presentano una granulometria prevalentemente fine, condizionata dalla litologia delle formazioni del substrato da cui derivano. Sono infatti costituiti da argille limose, limi argilloso-sabbiosi e, subordinatamente sabbie limose, con ghiaie sparse e/o pezzame marnoso-calcareo o arenaceo eterometrico, localmente abbondante.

 QUADRILATERO Marche Umbria S.p.A.	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 12 di 37

Il by-pass Muccia (S.P. 256) coinvolge le formazioni rocciose della Scaglia cinerea, del Bisciario e dello Schlier e le coperture per lo più colluviali fini oloceniche.

La **Scaglia cinerea** (Età: Priaboniano p.p. – Aquitaniano p.p.) è costituita da alternanze di calcari marnosi, marne calcaree, marne e marne argillose di colore grigio-verdastro. Il contenuto argilloso tende ad aumentare verso l'alto, mentre la parte inferiore è caratterizzata da una maggiore presenza di calcari e da un colorito più rossastro. Il clivaggio, che rende caratteristici ("scagliosi") i frammenti rocciosi più consistenti, è molto fitto e spesso oblitera la stratificazione. Lo spessore di questa formazione è compreso tra 90 e 250 metri.

La Formazione del **Bisciario** (Aquitaniano p.p. - Burdigaliano superiore p.p.) è costituita da alternanze di calcari grigi, calcari marnosi biancastri, marne calcaree, marne e marne argillose grigie di colore variabile tra il grigio scuro e il chiaro, con letti e lenti di selce nerastra; in alterazione il colore dominante è l'ocra. All'interno della formazione sono caratteristici i livelli vulcanoclastici a chimismo riodacitico, utilizzati come strati guida, di vario spessore, di cui quello più basso (livello Raffaello Auct.) segna il passaggio alla Scaglia cinerea. Le porzioni più fini tendono anch'esse ad un colore giallastro, probabilmente dovuto a processi di alterazione. I letti e le lenti di selce nera, caratteristici della formazione, si concentrano negli strati calcarei. Lo spessore massimo è di circa 80 metri, anche se in genere non supera i 50.

Per lo **Schlier** vale quanto detto in precedenza in riferimento al tracciato.

Le **coperture colluviali** sono costituite anche in questo caso per lo più da terreni di fine granulometria.

2.2.2 Assetto strutturale

La figura seguente, tratta dalle note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 124 "Macerata", mostra le strutture principali della regione. Il bacino di Camerino occupa la parte occidentale del disegno e si presenta con una forma sinclinale per tutta la sua lunghezza. Più in dettaglio la forma generale del bacino può essere assimilata a una grande "Y" rovesciata.

Alla forma principale si associano numerose strutture minori parallele ad essa, costituite da anticlinali e sinclinali con assi di limitata estensione lineare.

Le lineazioni tettoniche di maggior importanza presentano una orientazione appenninica (NW-SE), ma sono visibili altre direzioni preferenziali, come l'antiappenninica (NE-SW) e la E-W.

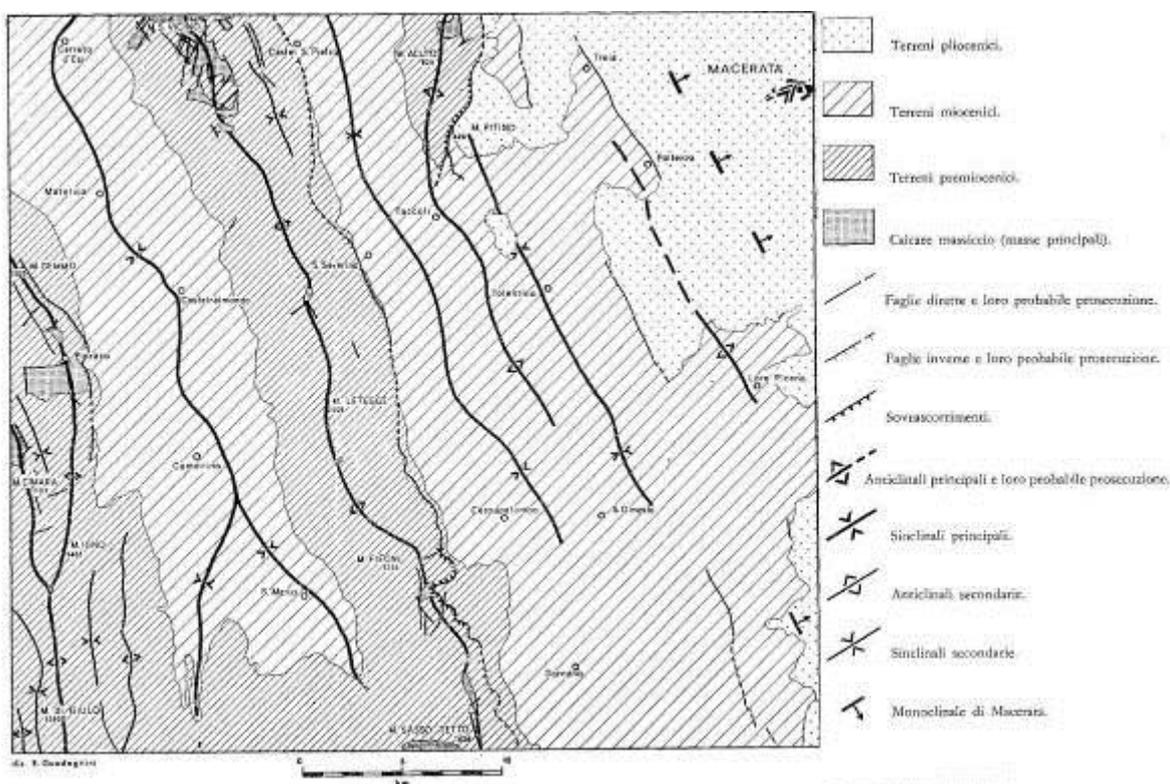


Fig. 2.9 - Schema strutturale del foglio 124 "Macerata" della Carta Geologica d'Italia.

Il Bacino di Camerino dunque costituisce un'ampia struttura sinclinale con orientazione NNW-SSE interposta tra la dorsale umbro-marchigiana e la dorsale marchigiana esterna. In realtà detto bacino, nell'area di interesse, presenta una più complessa articolazione interna: a nord del F. Esino infatti una dorsale longitudinale (Argignano – M. Gallo) suddivide il Bacino di Camerino in due sub-bacini, il sub-bacino di Collamato ed il più vasto "sub-bacino di Matelica", nell'ambito del quale si sviluppa il tracciato in progetto.

Detto sub-bacino di Matelica un profilo longitudinale e altresì un profilo trasversale asimmetrico, con la parte più profonda verso est.

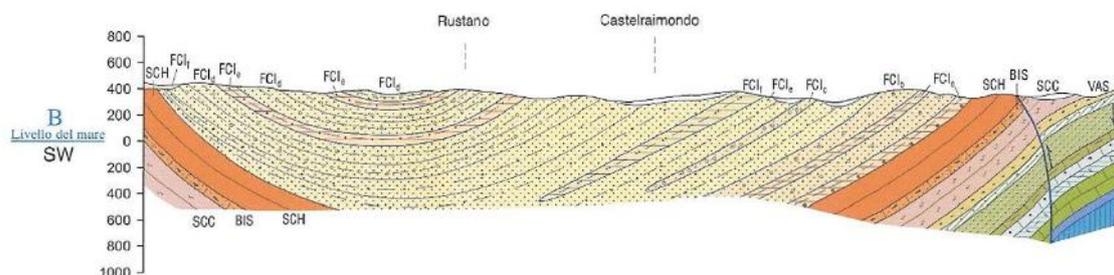
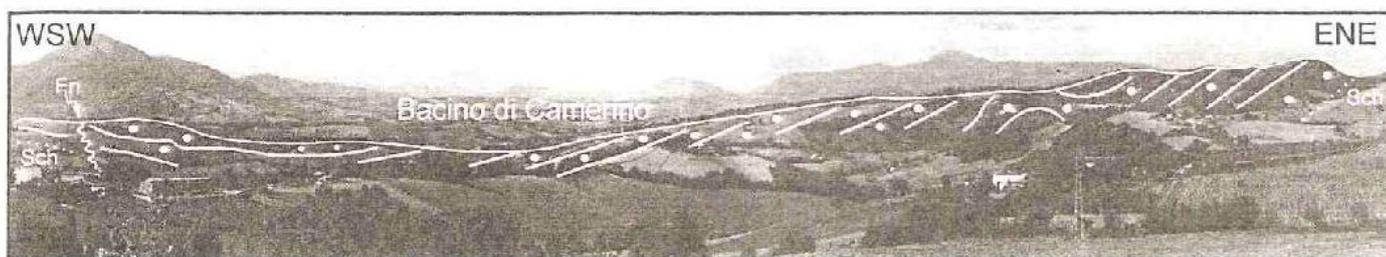


Figura 2.10 Tratto da Carta Geologica d'Italia Foglio 302 Tolentino, sezione geologica B-B'. Nella sezione è evidente l'asimmetria della sinclinale e lo spessore maggiore dei depositi torbiditici nel fianco est con la presenza anche di facies più grossolane.

Questa articolazione è legata ad un episodio distensivo del Messiniano basale (Calamita & Deiana, 1980) durante il quale faglie normali sinsedimentarie condizionavano la sedimentazione delle torbiditi pre-evaporitiche, controllando la fisiografia dell'avanfossa; episodio distensivo messo in relazione ai processi di flessurazione litosferica nella zona di raccordo tra avanfossa e avampaese. Dette faglie, prima della formazione delle pieghe e dei thrusts, creavano alti strutturali e aree depresse bacinali in cui avveniva la deposizione torbiditica.

Recenti studi (Scisciani et alii, 2000) documentano che il Bacino di Camerino è bordato ad occidente da faglie normali sinsedimentarie NE-immersenti che hanno controllato la fisiografia del bacino stesso sinorogenico tortoniano-messiniano e pertanto il contatto tra lo Schlier e le torbiditi messiniane della Formazione di Camerino avviene in tale area tramite faglia e relativa paleoscarpata anche parzialmente erosa. Con la ripresa degli sforzi compressivi, che condizionano la successiva evoluzione del bacino, le faglie sono state ruotate e l'attuale contatto ad alto angolo tra lo Schlier e le torbiditi messiniane è rappresentato dalla faglia/paleoscarpata ruotata fino ad un'inclinazione di 60°-80°. Detto contatto non è visibile in affioramento ma se ne ricostruisce la geometria in base all'andamento delle formazioni ed ai dati di sottosuolo.



*Fig. 4 - Faglia normale di Camerino (Fn) est-immersente e/o relativa paleoscarpata, bordanti ad ovest il depocentro del Bacino di Camerino (trasetto ubicato in Fig. 2). Verso est, i depositi silicoclastici (linee e punti) passano stratigraficamente alle emipelagiti dello Schlier.
- Camerino E-dipping normal fault (Fn) and/or relative escarpment bounding to the west the Camerino Basin depocentre (for the location see fig. 2).
In the eastern side the siliciclastic deposits (dots and lines) overlay the hemipelagic deposits of the Schlier Fm.*

Figura 2.11 Tratto da “Faglie normali nell’evoluzione tortoniano-messiniane dei bacini sinorogenici dell’Appennino centrale esterno. V. Scisciani, G. Rusciadelli & F. Calamita. Boll. Soc. Geol. It., (2000).

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 15 di 37

Allo stesso tempo durante la compressione le torbiditi messiniane sono state piegate a costituire una sinclinale ad asse appenninico, suturata dalle evaporiti messiniane della Formazione gessoso-solfifera. Il tracciato attraversa il fianco orientale della sinclinale, con strati immergenti a E e NE e pendenze medie oscillanti intorno a 30°.

In tale articolata depressione la successione miocenica al di sopra (ed a contatto tettonico/erosivo) dello Schlier è costituita dal basso verso l'alto da: Formazione di Camerino (secondo la recente nomenclatura del CARG); Formazione gessoso-solfifera; Argille a Colombacci.

Nell'area investigata del tracciato sono presenti soltanto lo Schlier e la Formazione di Camerino.

Il by-pass Muccia (S.P. 256) è invece ubicato sul foot wall del sovrascorrimento di M. Primo – M. Cavallo, ben noto nella letteratura scientifica.

La zona nella quale ricade il tracciato stradale è caratterizzata da una sismicità attiva ed è compresa per la gran parte in zona sismica 2 (Matelica-Castelraimondo, Camerino) mentre soltanto il by-pass di Muccia (S.P. 256) ricade in zona sismica 1.

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 16 di 37

2.2.3 Geologia del Tracciato

Di seguito si riportano le caratteristiche geologiche al variare delle progressive.

da progressiva 0+000 a progressiva. 3+900:

La parte iniziale del Lotto 3, compresa tra gli svincoli Castelraimondo N e Castelraimondo S-Pioraco, si sviluppa con gallerie e viadotti per attraversare rilievi collinari e corsi d'acqua minori. L'attraversamento avviene in genere a mezzacosta rispetto ai rilievi, su depositi eluvio-colluviali (ec) che, in alcune vallecole aumentano notevolmente di spessore. Il tracciato interessa inoltre depositi alluvionali più antichi (Aate), posti quindi ad una quota maggiore rispetto alle alluvioni attuali di fondovalle.

Le opere d'arte presenti sono: viadotto Castelraimondo, galleria artificiale "Feggiano 2", viadotto "Vallone", viadotto "S. Anna", galleria "S. Anna", viadotto "S. Pietro", galleria artificiale "Seano".

Il viadotto Castelraimondo, di attraversamento del Rio Lipidoso, insiste sui depositi di copertura principalmente alluvionali (Are-Ate) e in parte colluviali (ec), poggianti sul substrato della Formazione di Camerino - litofacies arenaceo-pelitica.

La galleria naturale Feggiano 2 attraversa depositi alluvionali terrazzati antichi (Aate) a granulometria prevalentemente fine, poggianti sulla litofacies arenaceo-pelitica della F. di Camerino.

Il viadotto Vallone poggia in gran parte sui depositi colluviali a granulometria prevalentemente fine (ec2) caratterizzati da elevati spessori sul versante in sponda dx (>15m), mentre soltanto in corrispondenza della spalla N l'opera interessa i depositi alluvionali terrazzati antichi (Aate), anch'essi granulometria prevalentemente fine. Il substrato è costituito dalla Formazione di Camerino - litofacies arenaceo-pelitica.

Il viadotto S. Anna insiste sui depositi di copertura colluviali a grana fine (ec2) caratterizzati da spessori massimi dell'ordine dei 10-12 m, poggianti sul substrato della Formazione di Camerino - litofacies arenaceo-pelitica.

La galleria S. Anna attraversa in gran parte la litofacies arenaceo-pelitica ed una più sottile intercalazione pelitico-arenacea.

Il viadotto S. Pietro insiste sui depositi di copertura colluviali a grana fine (ec2) caratterizzati anche da spessori superiori ai 15m, poggianti sul substrato della Formazione di Camerino - litofacies arenaceo-pelitica.

La galleria artificiale Seano attraversa la coltre colluviale (ec2) e i depositi alluvionali terrazzati antichi (Aate2), entrambi a granulometria prevalentemente fine, poco sopra il contatto con il substrato costituito dalla litofacies pelitico-arenacea della Formazione di Camerino.

Le indagini geognostiche eseguite nella campagna 2017 sono costituite da 10 sondaggi (X3.3, X3.4, X3.5, X3.6, X3.7, X3.7bis, X3.9, X3.10, X3.10bis e X3.14; A1.3, A2.3), attrezzati in gran parte a piezometri a T.A.. Delle campagne precedenti (2002-2007) sono disponibili n. 6 prove penetrometriche (CP2208-PP20-PP21-PP22-PP23-PP24), n. 9 sondaggi (S28-S29-S30-S31-S32-S33-S34-BH17-BH18) n. 5 basi sismiche a rifrazione per la Galleria S. Anna (4-5-6-7-8) e n. 12 basi sismiche a rifrazione per il tratto iniziale del lotto fino al viadotto Castelraimondo (14-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52).

da prog. 3+900 a prog. 4+500:

Si attraversa la piana alluvionale del fiume Potenza, tramite il viadotto "Potenza". I depositi presenti sono formati in prevalenza da alternanze di ghiaie e sabbie, riferiti a diversi ordini di

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 17 di 37

terrazzamento fluviale.

Il substrato è costituito dalla Formazione di Camerino ed in particolare dalla litofacies pelitico-arenacea poco spessa (massimo una decina di metri) che passa stratigraficamente alla sottostante arenaceo-pelitica; nella parte centrale è assente l'associazione pelitico-arenacea ed il substrato è costituito direttamente da quella arenaceo-pelitica. La profondità del substrato in corrispondenza del viadotto "Potenza" è compresa tra 11 metri (spalla Nord) e 25-28 metri (spalla Sud)

Le indagini geognostiche eseguite nella campagna 2017 sono costituite da n. 2 sondaggi (X3.16, X3.17), di cui uno attrezzato come piezometro a T.A. Delle campagne precedenti (2002-2007) sono disponibili una prova penetrometrica dinamica pesante e 2 sondaggi a carotaggio continuo (S36 e BH7).

da prog. 4+500 a prog. 5+350:

Il tracciato in progetto attraversa la struttura collinare di Mecciano (galleria "Mecciano"). Da nord verso sud vengono attraversate: litofacies pelitico-arenacea, arenaceo-pelitica, intercalazione pelitica, arenaceo-pelitica e quindi pelitico-arenacea, sempre della Formazione di Camerino, facenti parte del fianco orientale della sinclinale di Camerino.

Le indagini geognostiche eseguite nella campagna 2017 sono costituite da n. 3 sondaggi (A4.3, A5.3 e A7.3). Sono stati inoltre realizzati altri due sondaggi a distruzione di monitoraggio (X3.19, X3.19bis) in sostituzione di quelli eseguiti nel 2007 (SN2226-SN2226bis). Delle campagne precedenti (2002-2007) sono anche disponibili 4 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo (S38-S39, BH8-BH9), oltre a n. 2 basi sismiche a rifrazione in corrispondenza dell'imbocco nord (T11-T12).

Da prog. 5+350 a prog 9+500 circa:

Il tracciato si sviluppa lungo il fondo valle del Fosso Palente in sinistra idrografica, affluente di destra del Fiume Potenza tra l'imbocco sud della Galleria "Mecciano" ed il viadotto Palente. Il tracciato intercetta i depositi di copertura prevalentemente alluvionali (Ate) sia grossolani che fini e subordinatamente colluviali fini (ec2).

Il substrato è costituito inizialmente dalla Formazione di Camerino (alternanza di associazioni arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea) e nel tratto terminale dalla Formazione dello Schlier, attraverso un contatto per paleo-scarpata impostata sulla faglia sinsedimentaria.

Il tratto termina con i viadotti Cesara, in corrispondenza dello svincolo di Camerino, e Palente impostato sui depositi alluvionali sia grossolani che fini appartenenti a diversi ordini di terrazzamento, poggianti sulla Formazione dello Schlier.

Durante la campagna 2017 sono stati eseguiti n. 6 sondaggi (X3.18, X3.18bis X3.20, X3.22, X4.1, X4.3), mentre nelle campagne precedenti erano state effettuate 4 prove penetrometriche dinamiche di tipo pesante ed un sondaggio meccanico (S40).

Da progressiva 9+500 a progressiva 11+068

Il tracciato corre alla base del versante del rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Camerino costeggiando in destra idrografica uno dei fossi minori tributati del T. Palente.

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 18 di 37

Il tracciato intercetta prevalentemente i depositi di copertura colluviale prevalentemente fini (ec2), e localmente direttamente la Formazione dello Schlier che rappresenta il substrato del tratto considerato.

Le indagini geognostiche eseguite nella campagna 2017 sono costituite da n. 1 sondaggio (X4.5). Sono stati inoltre realizzati altri tre sondaggi a distruzione per il ripristino della rete monitoraggio (X4.3, X4.4, X4.4bis) in sostituzione di quelli eseguiti nel 2007 (SN2236-SN2238-SN2238bis). Delle campagne precedenti (2002-2007) è anche disponibile 1 sondaggio a rotazione a carotaggio continuo (S41), oltre a n. 2 basi sismiche a rifrazione nella parte iniziale del tratto considerato (T23-T24).

Da prog. 11+068 a prog. 11+730

Il tracciato attraversa tramite la Galleria naturale “S. Barbara” il crinale collinare su cui sorge l’abitato di Camerino e che fa da spartiacque tra i bacini idrografici del Potenza e del Chienti. Il substrato è costituito dalla Formazione dello Schlier.

Le indagini geognostiche eseguite nella campagna 2017 sono costituite da n. 3 sondaggi (X4.6-A9.3-A10.3), mentre nelle precedenti campagne erano stati realizzati due sondaggi a rotazione (BH10 e BH14) oltre che diversi stendimenti di sismica a rifrazione agli imbocchi nord (T13-T14-T20-T21) e sud (T15-T16-T17-T18).

Da prog. 11+730 a prog. 13+155

Il tracciato prosegue sulla valle del Rio Scortacchiari fino al raccordo con la SP Varanese in corrispondenza della lottizzazione artigianale “Rio”, attraversando le coperture colluviali (ec2), talora in frana (a) ed i depositi alluvionali (Ate) prevalentemente ghiaiosi; detti depositi poggiano prevalentemente sullo Schlier, tranne la parte finale, dove passano alla litofacies pelitico-arenacea della F. di Camerino, sempre attraverso un contatto verosimilmente per paleoscarpata impostata su faglia sin-sedimentaria.

Nella campagna 2017 in tale tratto non sono state eseguite indagini, mentre in quelle precedenti sono stati eseguiti n. 5 sondaggi (BH12-SN2242-SN2242bis-SN2244-SN2244bis).

BY-PASS Muccia

Questo tratto si sviluppa attraversando il fondovalle di Fonticelle in gran parte attraversando alla base il versante occidentale di Colle della Rena fino a sboccare nella valle del F. Chienti; il tracciato intercetta le coltri di copertura colluviali a fine granulometria (ec2), talora in frana, poggianti sul substrato della Scaglia cinerea, Bisciaro e Schlier, organizzati strutturalmente in sinclinali ed anticlinali molto strette.

Le indagini geognostiche sono state realizzate nelle campagne precedenti al 2017 e sono consistite in n. 4 sondaggi (SN2137-SN2138-SN2140-SN2140bis) ed una base sismica a rifrazione (BS2126).

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 19 di 37

3. GEOMORFOLOGIA

3.1 MORFOLOGIA

Il tracciato stradale in oggetto dal punto di vista geologico-fisiografico attraversa principalmente due aree, distinguibili per tipo di litologie affioranti, per assetto geologico-strutturale, per comportamento idrogeologico e per morfologia: prevalentemente un'area collinare con substrato pelitico, arenaceo o marnoso e subordinatamente aree sub-pianeggianti, lungo il fondovalle del F. Potenza e dei fossi minori.

Il tracciato dunque attraversa un territorio caratterizzato da bassi e dolci rilievi collinari contornati dalle forme ben più aspre delle due dorsali marchigiane: l'interna e l'esterna, di età meso-cenozoica. Queste ultime superano abbondantemente i 1000 metri di altezza, mentre le colline che interessano il bacino di Camerino, costituite dai sedimenti torbiditici miocenici, su cui si sviluppa il tracciato, non oltrepassano in genere i 600 metri (fig. 3.1).



Figura 3.1: tipico aspetto del bacino di Camerino, forme dolci circondate dai rilievi delle dorsali calcaree Marchigiana e Umbro-Marchigiana.

La forma depressa che caratterizza quest'area è già in risposta ai processi di sedimentazione terrigena che avvenivano nel Miocene superiore all'interno della Depressione di Camerino nell'ambito della migrazione del sistema catena-avanfossa.

Oltre a ciò nell'attuale ambiente continentale la maggiore erodibilità delle litofacies che compongono la Formazione di Camerino (rispetto ai litotipi calcarei) dà luogo ad una morfologia più dolce e blanda con superficie topografica per la maggior parte con pendenza media < 30%. E' stato anche osservato che lo stesso substrato presenta coperture colluviali piuttosto estese tanto da esserne mascherato e non affiorare di frequente in superficie.

La formazione del Bisciario, posta da un punto di vista stratigrafico tra litotipi più erodibili, Scaglia cinerea e Schlier, genera dei rilievi e scarpate allineati in risposta all'assetto strutturale del substrato stesso.

Il tracciato come già accennato si sviluppa in gran parte nelle pianure alluvionali dei corsi d'acqua presenti nella zona o alla base dei versanti collinari che degradano dolcemente verso le pianure stesse. Le pianure alluvionali, ricoperte da spessi depositi ghiaioso-sabbiosi e fini,

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 20 di 37

sono aree prevalentemente sub-pianeggianti, interrotte localmente da scarpate fluviali inattive poiché non più in rapporto con la dinamica fluviale attuale, che segnano il passaggio tra i depositi alluvionali più antichi del Pleistocene superiore o del Pleistocene medio-sommitale e quelli più recenti olocenici (posti a quota minore); altre scarpate, in stato di attività con indizi di erosione in atto o quiescenti, sono presenti al bordo dell'alveo attuale del corso d'acqua e dei suoi affluenti.

Si riconoscono vari ordini di terrazzi alluvionali, posti a varia altezze sul fondovalle. I depositi terrazzati sono costituiti da materiale appartenente a tutti i litotipi dell'Appennino marchigiano, tra cui la Maiolica e altri calcari selciferi, con locale prevalenza per la serie della scaglia.

Gli unici attraversamenti collinari vengono effettuati nella galleria Mecciano e nella Galleria S. Barbara.

La carta geomorfologica allegata è stata ottenuta da un rilievo geomorfologico di campagna del territorio (con particolare attenzione ai processi che comportano condizioni di pericolosità e rischio) e da un congiunto controllo, revisione e aggiornamento della cartografia ufficiale esistente (PAI, Carta Geologica Regionale del progetto CARG, progetto IFFI) e dalla fotointerpretazione. In tale elaborato, oltre alla distinzione tra substrato e coperture, le varie forme, depositi e processi morfogenetici sono stati cartografati distinguendo quelli legati all'azione della gravità e quelli legati alle acque correnti superficiali. Per quanto riguarda invece il loro stato di attività, si è fatto riferimento sia a quanto direttamente osservabile in sito che ai risultati del monitoraggio geotecnico in corso (inclinometri).

3.2 AREE IN DISSESTO E PAI

I movimenti di versante presenti nella carta geologica - geomorfologica allegata, sono stati inizialmente ricavati da materiale bibliografico e poi verificati direttamente sul terreno e controllati con la cartografia geomorfologica regionale alla scala 1:10.000. Per i fenomeni di instabilità che interferiscono con il tracciato stradale, si è in un primo momento utilizzato il materiale prodotto dal PAI (Piano Assetto Idrogeologico aggiornato) dell'Autorità di Bacino della Regione Marche, nel quale le frane vengono distinte in base alla loro tipologia, pericolosità e grado di rischio.

Nell'area di interesse i movimenti di frana sono in genere superficiali e coinvolgono i terreni di copertura dei versanti. Si tratta per la maggior parte di movimenti lenti che interessano i depositi eluvio-colluviali e i suoli che ricoprono il substrato per spessori variabili tra qualche metro fino a circa 18 m. Si tratta in gran parte di scorrimenti roto-traslativi e colamenti.

In particolare il tracciato stradale attraversa alcune aree interessate da fenomeni di dissesto di diversa entità, alcune delle quali non censite nel PAI dell'Autorità dei Bacini Regionali delle Marche.

Tali fenomeni sono attualmente oggetto di studio e monitoraggio al fine di verificarne geometrie e cinematismi sulla base dei più recenti rilievi e sondaggi effettuati.

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 21 di 37
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------



Figura 3.3: grande area di dissesto a Sud di Camerino (lotto 4).



Figura 3.4: fenomeni di erosione superficiale dovuta a forti precipitazioni nel periodo invernale.

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 22 di 37

Vengono di seguito evidenziate le eventuali criticità rilevate allo stato attuale sulla base di tutti i dati disponibili.

da progressiva 0+000 a progressiva. 3+900 circa:

In questo tratto si attraversano colline e corsi d'acqua minori con gallerie artificiali e viadotti. L'attraversamento intercetta le seguenti aree in frana o dissesto idrogeologico segnalate nel PAI.

F-16-0707 - Tra la progressiva 1+660 e 1+760 (viadotto Vallone) il tracciato interferisce con un'area PAI censita come R1-P1, ubicata sul versante in destra idrografica del fosso attraversato dal viadotto in progetto. I rilievi geomorfologici di superficie non hanno evidenziato allo stato attuale forme, depositi e processi in atto legati all'azione della gravità, anche se non si esclude la presenza di deformazioni superficiali lente a carico degli strati più superficiali delle coltri di copertura colluviale. Nell'area perimetrata sono stati comunque realizzati due sondaggi X3.7 e X3.7bis rispettivamente attrezzati con tubo inclinometrico e come piezometro a tubo aperto. Il proseguo del monitoraggio, appena iniziato, consentirà di evidenziare, se presenti, eventuali spostamenti del terreno e la loro profondità.

F-16-0945 - Tra la progressiva 2+200 e 2+250 (viadotto S. Anna) il tracciato interferisce marginalmente con un'area PAI censita come R1-P1. Anche in questo caso valgono le considerazioni sulla stabilità attuale dell'area esposte per la perimetrazione precedentemente descritta.

F-16-0944 - Tra la progressiva 2+620 e 2+700 (viadotto S. Pietro) il tracciato interferisce, marginalmente, con un'area PAI censita come R1-P2 che coinvolge gran parte del versante sud-orientale del rilievo collinare su cui sorge il nucleo abitato di S. Pietro. anche in questo caso i rilievi geomorfologici di superficie non hanno evidenziato allo stato attuale forme, depositi e processi in atto ben definiti legati all'azione della gravità, anche se non si esclude la presenza di movimenti superficiali lenti a carico delle coltri di copertura colluviale. Nell'area perimetrata sono stati comunque realizzati due sondaggi X3.10 e X..10bis rispettivamente attrezzati come piezometro a tubo aperto e con tubo inclinometrico. Il monitoraggio eseguito non ha evidenziato allo stato attuale movimenti significativi del terreno.

Le aree in cui i rilievi geomorfologici hanno evidenziato fenomeni di dissesto sono invece le seguenti.

Viadotto S. Anna - Un fenomeno di frana molto superficiale e di limitata estensione areale, attualmente quiescente, interessa molto marginalmente la spalla nord del viadotto S. Anna tra la progressiva 2+093 e 2+160.

da prog. 3+900 a prog. 4+500:

Si attraversa la piana alluvionale del fiume Potenza, tramite il viadotto "Potenza". I depositi presenti sono formati in prevalenza da alternanze di ghiaie e sabbie, riferiti a diversi ordini di terrazzamento fluviale. Non sono presenti fenomeni franosi e/o aree esondabili segnalate nel PAI. Le scarpate fluviali di erosione fluviale che bordano l'incisione attuale del corso d'acqua si presentano in gran parte quiescenti, ben vegetate e stabili salvo fenomeni di erosione localizzata legata alla dinamica fluviale.

da prog. 4+500 a prog. 5+350 circa:

Il tracciato in progetto attraversa la struttura collinare di Mecciano (galleria naturale "Mecciano").

Le aree in cui i rilievi geomorfologici hanno evidenziato fenomeni di dissesto sono le seguenti.

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 23 di 37

Imbocco nord galleria Mecciano - Il tracciato interferisce con un movimento franoso (progressiva 4+460 e 4+600) che interessa la porzione medio-bassa del versante. I sondaggi eseguiti nella campagna del 2007 (SN2226-SN2226bis) hanno evidenziato uno spessore considerevole delle coperture detritiche (circa 16m) con falda in pressione. La frana potrebbe avere un controllo strutturale ed una maggiore complessità evidenziata anche dalla morfologia (scarpate, ripiani e contropendenze). In considerazione che le strumentazioni installate nel 2007 sono state distrutte, nella campagna attuale è stata predisposto il loro rifacimento (X3.19-X3.19bis), in cui il monitoraggio è appena iniziato

Per quanto riguarda le aree PAI, tra la progressiva 5+310 e 5+445, l'imbocco sud della galleria Mecciano interferisce marginalmente con la perimetrazione F-16-0694 - censita come R1-P1. I rilievi geomorfologici di superficie non hanno evidenziato allo stato attuale forme, depositi e processi in atto ben definiti legati all'azione della gravità. Nell'area perimetrata sono stati comunque realizzati due sondaggi X3.18 e X.18bis rispettivamente attrezzati come piezometro a tubo aperto e con tubo inclinometrico.

Da prog. 5+350 a prog 9+500 circa:

Superato il fosso tributario del torrente Palente con il viadotto omonimo, il tracciato si sviluppa lungo il fondo valle del Fosso Palente in sinistra idrografica, affluente di destra del Fiume Potenza. Il tracciato intercetta i depositi di copertura prevalentemente alluvionali sia grossolani che fini e subordinatamente colluviali fini. In tale tratto i rilievi geomorfologici non hanno evidenziato fenomeni di instabilità in atto; anche in linea generale non si esclude la presenza localizzata di deformazioni lente degli strati più superficiali delle coltri colluviali limoso-argillose. Inoltre in tale tratto non vengono segnalate perimetrazioni PAI.

Da progressiva 9+500 a progressiva 11+068

Il tracciato attraversa la valle del torrente Palente per poi correre alla base del versante del rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Camerino costeggiando in destra idrografica il fosso stesso. Tale versante è interessato da estesi fenomeni di frana che coinvolgono in parte anche il tracciato in progetto. Le aree in cui i rilievi geomorfologici hanno evidenziato fenomeni di dissesto sono le seguenti.

Tra la progressiva 9+500 e 9+630 circa, il tracciato interferisce marginalmente con il piede di un esteso movimento franoso complesso che interessa gran parte del versante ubicato in destra idrografica del fosso di Palente. Lo spessore delle coperture colluviali risulta di almeno 10 m, sovrapposte direttamente ai depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi. Nel 2007 il dissesto era stato monitorato con il sondaggio SN2236 attrezzato con tubo inclinometrico che tuttavia non è risultato più misurabile. Per tale motivo si è proceduto alla installazione di un nuovo tubo inclinometrico (X4.3bis) in cui è stato appena iniziato il monitoraggio.

Area in frana alla progressiva 10+520/10+830 - Il tracciato stradale attraversa il piede di un esteso movimento franoso complesso, che coinvolge gran parte del versante occidentale del rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Camerino. I sondaggi eseguiti nella campagna 2007 hanno evidenziato uno spessore delle coltri di copertura potenzialmente instabili di almeno 10 m, mentre le misure inclinometriche realizzate tra il 2007 ed il 2009 hanno evidenziato soltanto movimenti molto superficiali (2 m). In considerazione che tali strumentazioni sono sono più disponibili nella attuale campagna geognostica è stato predisposto il loro ripristino (X4.4-X4.4bis) ed il relativo monitoraggio.

Da prog 11+068 a prog. 11+730

Il tracciato attraversa tramite la Galleria naturale "S. Barbara" il crinale collinare su cui sorge l'abitato di Camerino e che fa da spartiacque tra i bacini idrografici del Potenza e del Chienti. Agli imbocchi non sono stati rilevati movimenti franosi in atto o quiescenti e non sono censite

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 24 di 37

aree PAI.

Da prog. 11+730 a prog. 13+155

Il tracciato prosegue sulla valle del Rio Scortacchiarri, attraversando le coperture colluviali, talora in frana ed i depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi.

Le aree in cui i rilievi geomorfologici hanno evidenziato fenomeni di dissesto sono le seguenti.

Area in frana alla progressiva 11+780/12+070: il tracciato stradale attraversa il piede di un esteso movimento franoso complesso, che coinvolge gran parte del versante. I sondaggi eseguiti nella campagna 2007 hanno evidenziato uno spessore delle coltri di almeno 15 m, mentre le misure inclinometriche realizzate tra il 2007 ed il 2009 hanno evidenziato movimenti tra i 4 e 12 m (SN 2242).

Area in frana alla progressiva 12+400/12+530: anche in questo caso il tracciato stradale attraversa il piede di un movimento franoso complesso quiescente, anche se di estensione profondità minore del precedente. Il monitoraggio eseguito tra il 2007 ed il 2009 non ha tuttavia evidenziato movimenti significativi (SN2244).

Area in frana alla progressiva 13+020/13+155: il tracciato stradale attraversa un esteso movimento franoso complesso quiescente che interessa il versante in sinistra idrografica del Rio Scortacchiarri, caratterizzato da spessori delle coltri variabili e anche superiori a 10m. Per la presenza dell'insediamento artigianale e della strada provinciale, sono stati realizzati in passato diversi interventi di consolidamento del versante.

BY-PASS Muccia

Questo tratto si sviluppa attraversando il fondovalle di Fonticelle in gran parte alla base il versante occidentale di Colle della Rena fino a sboccare nella valle del F. Chienti.

Le aree in cui i rilievi geomorfologici hanno evidenziato fenomeni di dissesto sono le seguenti

Area in frana alla progr. 5+150 e 5+292 – bretella di collegamento con la SS 77 : interessa il versante sud di Colle della Rena, attraversato a mezza costa dal tracciato stradale con scavi consistenti. Nella campagna geognostica del 2007 l'area in frana è stata strumentata con un tubo inclinometrico (SN2140) in cui il monitoraggio ha evidenziato tra il 2007 ed il 2008 indizi di movimento a partire dai 7,0 metri di profondità.

4. IDROGEOLOGIA

4.1 TEMPERATURE

La presenza del mare Adriatico, con la sua scarsa batimetria e la vicinanza dei rilievi appenninici alla costa (circa 60 Km) crea nella regione marchigiana un clima con escursioni annue delle temperature dell'aria di circa 21° - 22°C. Il mese di Gennaio presenta una media di 3° - 8°C, mentre Luglio una di 21° - 26°C.

La seguente tabella indica l'andamento medio della temperatura dell'aria nella Regione Marche negli anni 1999-2000 e la media storica di due decenni (1958 – 1979). Le 9 località interessate dalla misurazione sono: Urbino, Fabriano, Pesaro, Novafeltria, Jesi, Treia, Castelraimondo,

Fermo, Maltignano (Fig. 6.1).

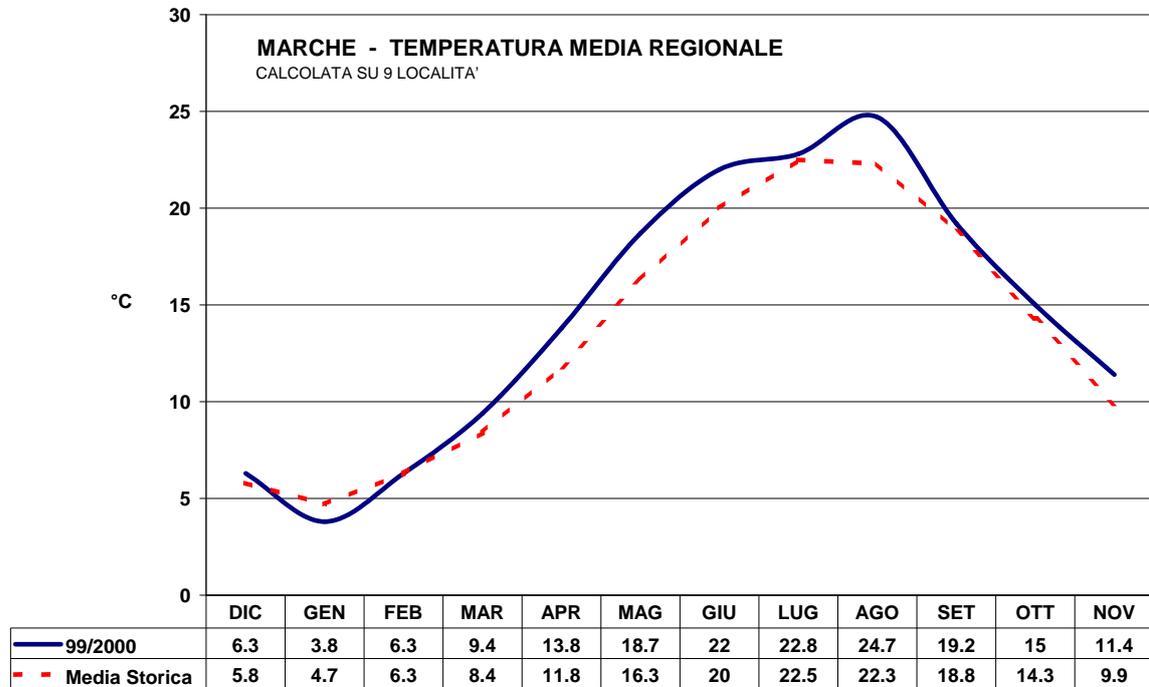


Figura 6.1

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 26 di 37

4.2 PRECIPITAZIONI

Si riporta in seguito una tabella, tratta dagli annali del Ministero dei Lavori Pubblici per il trentennio 1921-1950, che mostra i dati raccolti in alcune delle stazioni di misurazione ubicate nei pressi del tracciato stradale in oggetto.

Stazione	Altitudine m.	Piovosità mm/y	Giorni di pioggia
Cupramontana	506	1018	84
Case San Giovanni	620	1148	103
Campodiegoli	507	1281	97
Fabriano	357	908	101
Elcito	824	1128	85
Villa S.Lucia	664	1294	106
Pioraco	441	1067	107
Camerino	664	1116	110
Tolentino	224	874	92
Serravalle	647	1165	109
Pieve Bovigliana	451	992	94

La tabella successiva mostra, per le stesse stazioni pluviometriche, le massime intensità di pioggia riferite ad un periodo di 1 e 5 giorni durante il trentennio 1921-1950. (dati tratti da "Precipitazioni massime con durata da 1 a 5 giorni consecutivi" Ministero dei Lavori Pubblici, 1959).

Stazione	Altitudine mm	mm/1giorno	mm/5giorni
Cupramontana	506	160.0	248.5
Case San Giovanni	620	94.6	185.1
Campodiegoli	507	170.0	185.6
Fabriano	357	100.0	174.4
Elcito	824	99.6	230.9
Ville S.Lucia	664	104.3	175.2
Pioraco	441	156.6	203.2
Camerino	664	118.1	289.7
Tolentino	224	102.8	170.8
Serravalle	647	100.0	192.0
Pieve Bovigliana	451	94.9	212.9

4.3 VENTI

Il regime eolico presente nella regione su cui è posto il tracciato in oggetto può essere sintetizzato dall'analisi dei dati forniti dall'Ufficio Meteorologico del Ministero della Difesa.

In generale in primavera la prevalenza dei venti proviene da NE, mentre in estate si assiste ad un incremento dei venti orientali. In autunno e inverno le correnti atlantiche provocano una predominanza di venti nord-occidentali. La presenza di rilievi montuosi può modificare questo schema regionale.

Le figure 4.3.1-4.3.2 mostrano le direzioni dei venti in media annuale in tre località che

Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 27 di 37
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	-----------------	-----------	--------------------------

contornano l'area oggetto dello studio. Gli anni delle misurazioni sono compresi tra il 1951 e il 1980 (immagini tratte da "Atlante tematico d'Italia").

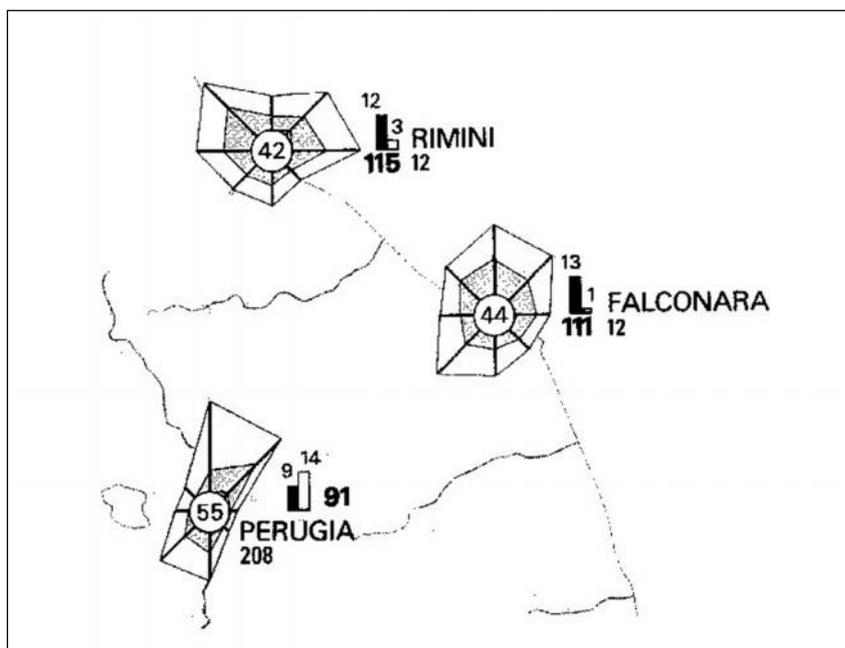
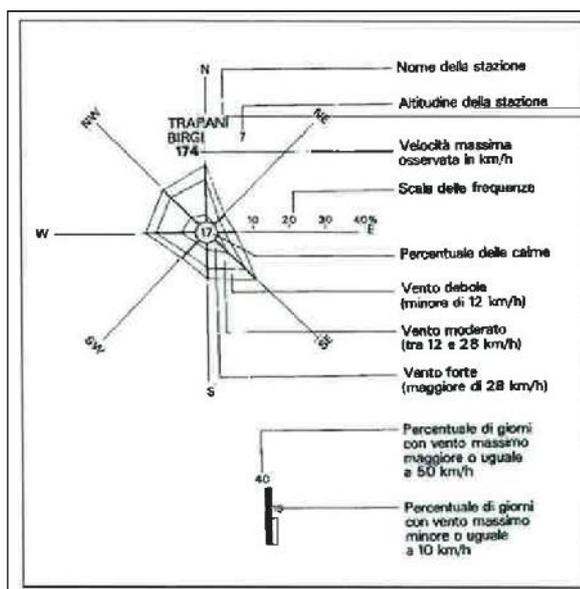


Figura 4.3.1: Cartogramma con rappresentazione dei valori annuali della frequenza percentuale del verificarsi di vento entro 8 settori di provenienza secondo tre classi di intensità (nella zona sono presenti solo due classi); sono anche indicate le analoghe frequenze delle calme e nonché la velocità massima estrema e le frequenze percentuali di giorni con vento massimo maggiore o uguale a 50 Km/h e minore o uguale a 10 Km/h. La lunghezza di ciascun braccio è proporzionale alla frequenza dei venti di provenienza rappresentata dalla direzione del braccio. Per ciascun settore di provenienza le frequenze delle singole classi di intensità si ottengono per differenza tra i valori relativi alle due poligonali successive che delimitano la classe. Le classi di velocità sono state scelte secondo la scala Beaufort.



	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 28 di 37

Figura 4.3.2- Legenda della figura precedente.

4.4 ASPETTI IDROGRAFICI

Il pattern idrografico della zona d'interesse è in generale dipendente dall'assetto strutturale e dalla litologia. L'area attraversata dal tracciato in progetto è caratterizzata da un pattern da sub-rettangolare a dendritico (associabile prevalentemente a terreni a bassa permeabilità).

I corsi d'acqua che interferiscono direttamente o indirettamente con il tracciato in progetto sono appartenenti ai bacini idrografici dei Fiumi Potenza e Chienti. La linea di spartiacque morfologico dei due principali fiumi passa in corrispondenza del rilievo interessato dalla galleria S.Barbara in Comune di Camerino.

I principali corsi d'acqua a regime perenne interessati dal tracciato sono di seguito elencati da nord verso sud:

- Fosso Lipidoso, affluente in sinistra del F. Potenza;
- Fiume Potenza;
- Fosso Palente, affluente di destra del F. Potenza;
- Rio Scortacchiarri - S. Luca, affluente di sinistra del F. Chienti.

4.5 PERMEABILITÀ E FALDE ACQUIFERE - MODELLO IDROGEOLOGICO

L'area oggetto di studio presenta formazioni geologiche caratterizzate da differenti gradi di permeabilità relativa.

Nella formazione di Camerino (alternanze marnoso-arenacee) la circolazione idrica è limitata alle unità arenacee (essenzialmente per fratturazione) che, quando presenti in consistenti spessori, sono sede di falde idriche che possono alimentare anche piccole sorgenti in genere caratterizzate da un regime stagionale e da portate estremamente variabili ma generalmente basse.

Per ultimo i terrazzi e le alluvioni attuali, quando caratterizzati da un basso contenuto in matrice argillo-limosa, sono dotati di un'elevata permeabilità primaria e sono sede di falde perenni pur con notevoli escursioni annue di portata e variazioni locali.

La figura 4.5.1 mostra uno schema geologico generale dell'area di studio, con evidenziate le dorsali carbonatiche, che costituiscono i principali acquiferi dell'area umbro-marchigiana.

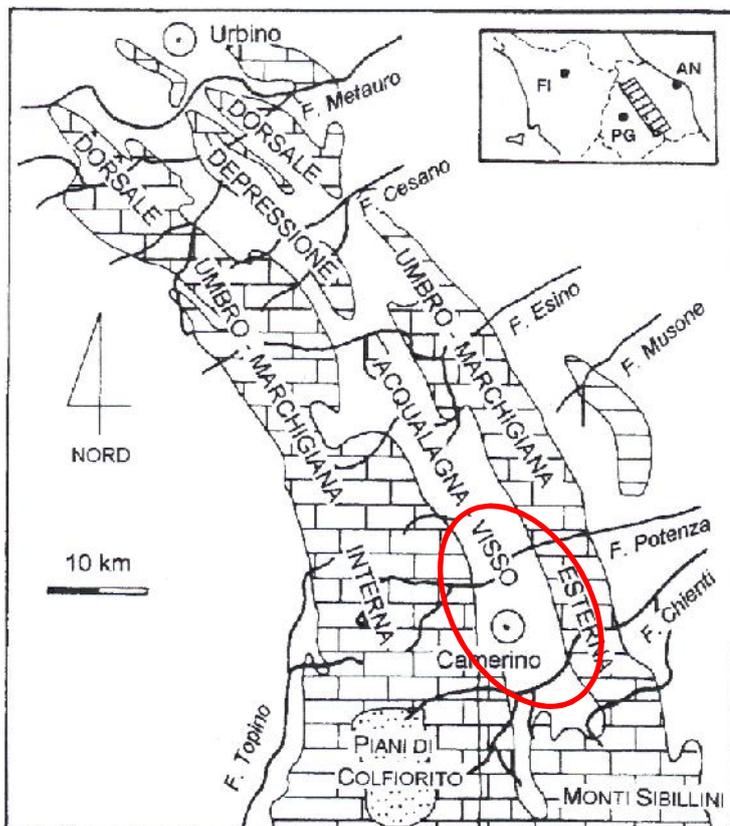


Figura 4.5.1: schema geologico generale dell'area umbro-marchigiana. L'area di studio è compresa tra le due dorsali carbonatiche e i fiumi Esino e Potenza. La depressione Acqualagna-Visso è occupata dai sedimenti terrigeni del Bacino di Camerino.

Considerando le caratteristiche dei terreni, intesi come complessi idrogeologici, nella carta idrogeologica la permeabilità relativa viene suddivisa nelle seguenti classi:

Terreni altamente permeabili (AP)

- depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati

Terreni scarsamente permeabili (SP)

- depositi eluvio-colluviali e accumuli di frana
- Formazione di Camerino (Associazione arenaceo-pelitica)
- Bisciario

Terreni impermeabili (IM)

- Formazione gessoso-solfifera (Argille di letto)
- Formazione di Camerino (Associazione pelitica e pelitico-arenacea)
- Schlier

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 30 di 37

- scaglia cinerea

Nella tabella seguente vengono sintetizzate le principali caratteristiche di permeabilità dei complessi idrogeologici individuati:

Terreni	Unità	Litologia prevalente	Tipo permeabilità	Coefficiente permeabilità (K)
AP Altamente permeabili	Depositi alluvionali recenti e terrazzati	ghiaie sabbioso-limose	primaria per porosità	$K > 10^{-2} - 10^{-3} \text{ m/s}$
SP scarsamente permeabili	Depositi colluviali (ec2) e accumuli di frana (a)	argille limose, limi argilloso-sabbiosi	primaria per porosità	$10^{-6} > K > 10^{-8} \text{ m/s}$
	Formazione di Camerino (Associazione arenaceo-pelitica -Ap)	arenarie alternate a marne siltose	secondaria per fratturazione	
	Bisciaro (BIS)	alternanze di calcari, calcari marnosi e marne	secondaria per fratturazione	
IM impermeabili	Formazione di Camerino (Associazione pelitica - Pel e pelitico-arenacea Pa)	peliti marnose e arenarie	secondaria per fratturazione	$K < 10^{-8} - 10^{-9} \text{ m/s}$
	Schlier (Sch)	marne argillose e marne calcaree	secondaria per fratturazione	
	Scaglia cinerea (Scc)	marne acalcaree, marne argillose e calcari marnosi	secondaria per fratturazione	

In relazione ai differenti gradi di permeabilità dei terreni costituenti l'area studiata ed al loro assetto reciproco, è possibile schematizzare i seguenti modelli idrogeologici principali:

- i depositi alluvionali recenti e terrazzati a granulometria prevalentemente grossolana, sono generalmente sede di una cospicua circolazione idrica sotterranea e di falde perenni pur con notevoli escursioni annue di portata e variazioni locali;

- le coperture eluvio-colluviali sono generalmente sede di una circolazione idrica sotterranea più limitata e discontinua, strettamente connessa al regime delle precipitazioni meteoriche. Tale circolazione è sicuramente alimentata anche dai livelli del substrato a maggiore permeabilità come ad esempio gli orizzonti arenacei di maggiore continuità e spessore della Formazione di Camerino.

Tale differenziazione comporta anche implicazioni importanti di carattere ambientale in sede di progettazione, realizzazione e gestione della struttura stradale. La permeabilità dei terreni attraversati e la presenza di acquiferi potenzialmente vulnerabili, costituiscono la

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 31 di 37

maggiore problematica dovuta alla possibilità di inquinanti di penetrare nelle acque di circolazione.

Nella carta idrogeologica sono stati riportati i piezometri realizzati nelle varie campagne geognostiche. Per i dati delle misure piezometriche eseguite nelle varie campagne si rimanda allo specifico elaborato.

Lungo il tracciato non è stata rilevata la presenza di sorgenti o altri punti d'acqua significativi.

Per quanto riguarda il principale acquifero alluvionale costituito dal F. Potenza, i dati piezometrici disponibili e la loro distribuzione areale non consentono una ricostruzione della morfologia della falda acquifera (isopiezometriche), ma soltanto una valutazione circa le direzioni principali di deflusso della falda stessa. Tali direzioni sono state infatti riportate nella carta idrogeologica anche per i corsi d'acqua minori.

4.6 IDROGEOLOGIA DEL TRACCIATO

Di seguito si descrivono tratto per tratto le condizioni idrogeologiche locali lungo il tracciato utilizzando i dati piezometrici disponibili relativi sia alla rete di monitoraggio installata ove misurabili.

Da prog. 0+000 a prog. 3+900 (viadotto “Pagliano” – ponte “Faranghe”):

La parte iniziale del tracciato si sviluppa con gallerie e viadotti per attraversare rilievi collinari e corsi d'acqua minori. In questo tratto la circolazione idrica in profondità è controllata prevalentemente dalla presenza dei depositi alluvionali sul fondovalle e dalle coltri colluviali sui versanti. I depositi alluvionali, nonostante siano a granulometria prevalentemente fine, nel complesso sono caratterizzati da permeabilità variabile, tendenzialmente media, sia verticalmente che orizzontalmente. Ne risulta la presenza di una falda acquifera contenuta nei depositi stessi e limitata inferiormente dal substrato della Formazione di Camerino. Anche nei depositi alluvionali terrazzati antichi presenti in lembi alla sommità dei rilievi è presente una falda acquifera di spessore comunque più limitato e morfologia condizionata dalle condizioni di contatto con il substrato. Le coltri colluviali che ricoprono i versanti sono invece sede di una circolazione idrica più limitata concentrata soprattutto in corrispondenza del passaggio stratigrafico con il substrato.

I dati disponibili piezometrici disponibili per il tratto in questione si riferisce a quattro piezometri a tubo aperto installato nella campagna 2002-2004.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
BH17	09/11/2007	-10,04	23/04/2008	-5,27
BH18	29/12/2004	-10,13	11/12/2005	-10,10
S29	06/11/2002	-6,64	03/12/2002	-0,72
S34	25/11/2002	8,94	12/11/2002	-7,07

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 32 di 37

Per quanto riguarda invece la nuova campagna 2017 sono disponibili i seguenti dati riferiti ai seguenti sondaggi attrezzati a piezometri a tubo aperto.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
X3.3	15/06/2017	-1,8	24/05/2017	-1,73
X3.4	13/06/2017	-4,27	24/05/2017	-3,58
X3.5	13/06/2017	-3,52	24/05/2017	-3,38
X3.6	13/06/2017	-11,75	24/05/2017	-11,63
X3.7bis	13/06/2017	-2,72	24/05/2017	-2,37
X3.10	13/06/2017	-1,87	24/05/2017	-1,21
X3.13	13/06/2017	-2,88	24/05/2017	-2,47
X3.14	13/06/2017	-9,53	24/05/2017	-8,07

Da prog. 3+900 a prog. 4+500:

Si attraversa la piana alluvionale del fiume Potenza, tramite il viadotto "Potenza". I depositi presenti sono formati in prevalenza da alternanze di ghiaie e sabbie poggianti in discordanza sul substrato costituito dalla Formazione di Camerino (litofacies pelitico-arenacea/arenaceo-pelitica). I depositi alluvionali costituiscono pertanto l'acquifero della falda di subalveo del F. Potenza.

I dati disponibili delle campagne 2002-2005, riferiti ai piezometri a tubo aperto sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
S36	12/11/2002	-1,48	25/11/2002	-1,2
BH7	07/12/2004	-25,04	11/12/2005	-25,01

Per quanto riguarda invece la nuova campagna 2017 sono disponibili i seguenti dati riferiti ai seguenti sondaggi attrezzati a piezometri a tubo aperto.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
X3.17	13/06/2017	-21,48	24/05/2017	-20,49

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 33 di 37

Da prog. 4+500 a prog. 5+350:

Il tracciato in progetto attraversa la struttura collinare di Mecciano (galleria “Mecciano”). Da nord verso sud vengono attraversate: litofacies pelitico-arenacea, arenaceo-pelitica, intercalazione pelitica, arenaceo-pelitica e quindi pelitico-arenacea, sempre della Formazione di Camerino, facenti parte del fianco orientale della sinclinale di Camerino. Gli imbocchi interessano i depositi colluviali/accumuli di frana ed i depositi alluvionali a granulometria prevalentemente fine, che possono tuttavia essere sede di una circolazione idrica sotterranea non trascurabile.

Mentre le litofacies pelitica e pelitico-arenacea e lo Schlier sono classificabili tra i litotipi praticamente impermeabili, nella litofacies arenaceo-pelitica una modesta circolazione idrica può avvenire limitatamente ai corpi arenacei.

I dati disponibili delle campagne 2004-2008, sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
BH8	07/12/2004	-6,73	11/12/2005	-6,70
BH9	23/12/2007	-9,39	23/04/2008	-5,99
SN2226bis – cella 1	19/07/2007	-0,92	23/05/2008	+0,05
SN2226bis – cella 2	19/03/2008	-0,27	19/07/2007	-1,36

Per quanto riguarda invece la nuova campagna 2017 sono disponibili i seguenti dati riferiti ai seguenti sondaggi attrezzati a piezometri a tubo aperto.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
X3.18	13/06/2017	-7,52	24/05/2017	-7,28
X3.19bis	-	-	24/05/2017	-4,39

Da prog. 5+350 a prog 9+500 circa:

Il tracciato si sviluppa lungo il fondo valle del Fosso Palente in sinistra idrografica, affluente di destra del Fiume Potenza tra l'imbocco sud della Galleria “Mecciano” ed il viadotto Palente. Il tracciato intercetta i depositi di copertura prevalentemente alluvionali (Ate) sia grossolani che fini e subordinatamente colluviali fini (ec2), poggianti su un substrato costituito inizialmente dalla Formazione di Camerino (alternanza di associazioni arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea) e nel tratto terminale dalla Formazione dello Schlier.

I dati disponibili della campagna 2007-2008, sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GE0000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 34 di 37

S40	11/09/2007	-3,83	19/03/2008	-2,95
-----	------------	-------	------------	-------

Per quanto riguarda invece la nuova campagna 2017 sono disponibili i seguenti dati riferiti ai seguenti sondaggi attrezzati a piezometri a tubo aperto.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
X3.20	13/06/2017	-7,74	24/05/2017	-7,71
X3.22	13/06/2017	-12,78	24/05/2017	-12,55
X4.1	13/06/2017	-7,46	24/05/2017	-7,33
X4.3	13/06/2017	-5,13	24/05/2017	-4,98

Da progressiva 9+500 a progressiva 11+068

Il tracciato corre alla base del versante del rilievo collinare su cui sorge l'abitato di camerino costeggiando in destra idrografica uno dei fossi minori tributati del T. Palente. Il tracciato intercetta prevalentemente i depositi di copertura colluviale prevalentemente fini (ec2) scarsamente permeabili, e localmente direttamente la Formazione dello Schlier che rappresenta il substrato impermeabile del tratto considerato. Le coltri di copertura colluviale sono pertanto sede di una circolazione idrica non trascurabile, soprattutto alla base del versante attraversato.

I dati disponibili delle campagne 2007-2008, sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
SN2238	09/11/2007	-4,88	22/04/2008	-1,73

Per quanto riguarda invece la nuova campagna 2017 sono disponibili i seguenti dati riferiti ai seguenti sondaggi attrezzati a piezometri a tubo aperto.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
X4.4bis	13/06/2017	-14,72	24/05/2017	-5,30
X4.5	13/06/2017	-5,47	24/05/2017	-3,97

Da prog 11+068 a prog. 11+730

Il tracciato attraversa tramite la Galleria naturale "S. Barbara" il crinale collinare su cui sorge l'abitato di Camerino e che fa da spartiacque tra i bacini idrografici del Potenza e del Chienti. Il substrato attraversato è costituito dalla Formazione dello Schlier classificabile nel complesso come impermeabile. Gli imbocchi sono invece caratterizzati dai depositi colluviali a granulometria prevalentemente fine che, anche se scarsamente permeabili, possono essere

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 35 di 37

sede di una circolazione idrica non trascurabile soprattutto in corrispondenza del contatto stratigrafico con il substrato.

I dati disponibili delle campagne 2004-2005, sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
BH10	07/12/2004	-6,20	11/12/2005	-6,15

Per quanto riguarda invece la nuova campagna 2017 sono disponibili i seguenti dati riferiti ai seguenti sondaggi attrezzati a piezometri a tubo aperto.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
X4.6	13/06/2017	-8,15	24/05/2017	-5,42

Da prog. 11+730 a prog. 13+155

Il tracciato prosegue sulla valle del Rio Scortacchiaro fino al raccordo con la SP Varanese in corrispondenza della lottizzazione artigianale "Rio", attraversando le coperture colluviali (ec2), talora in frana (a) ed i depositi alluvionali (Ate) prevalentemente ghiaiosi; detti depositi poggiano prevalentemente sullo Schlier, tranne la parte finale, dove passano alla litofacies pelitico-arenacea della F. di Camerino. I depositi di copertura sono sede di una circolazione idrica non trascurabile con livelli che localmente possono essere anche prossimi al piano di campagna.

I dati disponibili delle campagne 2004-2008, sono riassunti nella tabella seguente.

Sondaggio	Livelli piezometrici misurati (prof. in metri dal p.c.)			
	data	min.	data	max
BH12	29/12/2004	-4,72	11/12/2005	-4,70
SN2242bis	10/10/2007	-3,46	23/04/2008	-1,36
SN2244bis	19/07/2007	-4,92	19/03/2008	-0,28

4.7 IMPLICAZIONI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Le analisi geologiche eseguite nelle varie fasi, a partire dal progetto preliminare, hanno contribuito a definire l'attuale tracciato con l'obiettivo di minimizzare, compatibilmente con i vincoli imposti dal tipo di infrastruttura, le problematiche geologiche connesse principalmente con i fenomeni di instabilità in atto o potenziali dei versanti.

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 36 di 37

I movimenti di versante non risultano essere un concreto pericolo per l'integrità delle strutture, in quanto generalmente di modesta entità. Le implicazioni relative ai dissesti di maggiore entità precedentemente sommariamente descritti e attualmente oggetto di studio e monitoraggio, saranno meglio definite nel progetto esecutivo.

Particolare attenzione è stata posta nel minimizzare gli scavi a mezza costa e nel prevedere idonee opere di sostegno.

Le formazioni geologiche interessate dal tracciato stradale sono classificabili, per la maggior parte, come materiali competenti e di medio-buone caratteristiche geotecnico-geomeccaniche a parte rari casi, quali, ad esempio, taluni tratti di galleria che attraversano le litologie appartenenti alla formazione dello Schlier. In alcuni sondaggi nei pressi di Camerino tale formazione si è presentata particolarmente tettonizzata, con superfici di discontinuità lucide e con caratteristiche rigonfianti.

Le opere in sotterraneo sono in materiali definiti da poco permeabili ad impermeabili; la presenza d'acqua è quindi modesta e localizzata e non si hanno interferenze particolari con le falde acquifere, presenti in fondovalle sulle alluvioni terrazzate, (e mai interessate da opere in sotterraneo).

	2.0.0 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA GENERALE								
	Opera L0703	Tratto 200	Settore E	CEE 02	WBS GEO000	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.di Pag. 37 di 37

5. BIBLIOGRAFIA

AA.VV. L'ambiente Fisico delle Marche. A cura dell'Amministrazione Regionale, Ed. Sel.ca 1991

C. BONI, P. BONO, G. CAPELLI: Schema idrogeologico dell'Italia centrale. Memorie della Società Geologica Italiana, 35 (1986) (con dati pluviometrici, carte idrologiche e idrogeologiche alla scala 1:500.000)

F. CALAMITA, E. CENTAMORE, U. CHIOCCHINI, G. DEIANA, A. MICARELLI, M. POTETTI, A. ROMANO: Analisi dell'evoluzione tettonico - sedimentaria dei "Bacini Minori" torbiditici del Miocene Medio - Superiore nell'Appennino Umbro-Marchigiano e Laziale-Abruzzese: 7) il Bacino di Camerino. Studi Geologici Camerti, V (1979) (con carta geologica alla scala 1:50.000 e sezioni)

F. CALAMITA, E. CENTAMORE, U. CHIOCCHINI, G. DEIANA, A. MICARELLI, M. POTETTI, A. ROMANO: Ricerche stratigrafiche sui sedimenti miocenici del Bacino di Camerino (Marche centro-meridionali). Studi Geologici Camerti, V (1979)

G. CELLO, S. MAZZOLI, E. TONDI, E. TURCO: Tettonica attiva in Appennino Centrale e implicazioni per l'analisi della pericolosità sismica del settore assiale della catena umbro - marchigiana - abruzzese. Studi Geologici Camerti, XIII (1995)

U. CHIOCCHINI, N. CIPRIANI, G. GIARDINI: Petrologia delle arenarie dei bacini minore torbiditici di Camerino e San Donato - Cantia (Marche). Boll. Soc. Geol. Italiana. 100 (1981)

L. MASTRORILLO: Elementi strutturali e caratteristiche idrogeologiche della dorsale carbonatica umbro-marchigiana interna. Mem. Soc. Geol. Italiana. 56 (2001)

P. MONACO: Contributo all'analisi stratigrafica e sedimentologica dei depositi solfatici tardomiocenici delle Marche Centro-Meridionali. Boll. Soc. Geol. Italiana. 102 (1983)

T. NANNI: Le falde di subalveo delle Marche: inquadramento idrogeologico, qualità delle acque ed elementi di neotettonica. Regione Marche (1995)

O. NESCI, D. SAVELLI: Successioni alluvionali terrazzate nell'Appennino Nord-Marchigiano. Geografia Fisica e dinamica Quaternaria, 14, (1991)

V. SCISCIANI, G. RUSCIADELLI & F. CALAMITA Faglie normali nell'evoluzione tortoniano-messiniane dei bacini sinorogenici dell'Appennino centrale esterno.. Boll. Soc. Geol. It., (2000).

SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA : Guide Geologiche Regionali N°7: L'Appennino Umbro-Marchigiano (vol 1 e 2). Ed Be-Ma 1994 e 2001

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA: Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 124 Macerata - II° Edizione (1967)

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA: Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 123 Assisi - II° Edizione (1967)

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA: Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 301 Fabriano (1979)