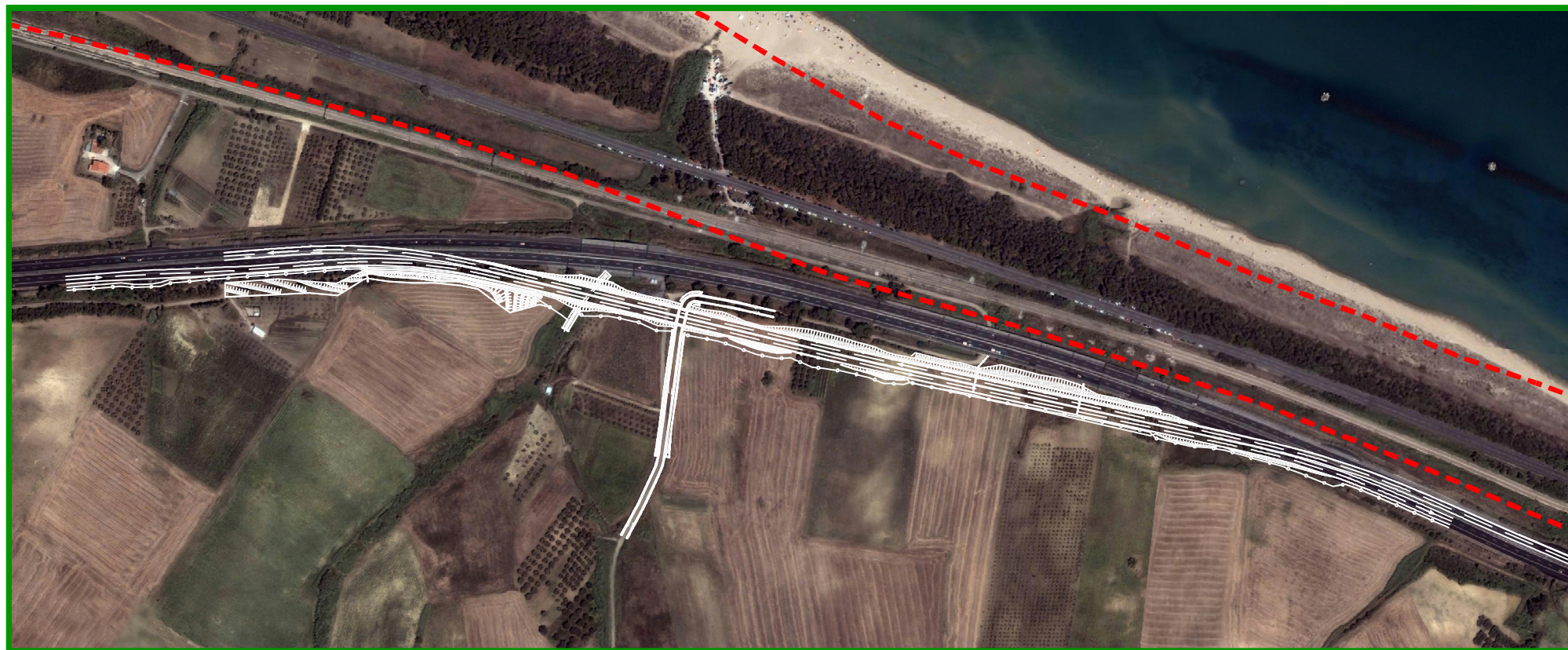


AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI - TARANTO TRATTO: VASTO SUD - TERMOLI

**REALIZZAZIONE DI UNA BRETELLA AUTOSTRADALE IN LOCALITA' PETACCIATO TRA IL Km
461+938 E IL Km 463+576 (VIADOTTI CACCHIONE E MARINELLA)**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE
RELAZIONE**

DIRETTORIO				CODICE	
N.Prog.	Codice	Commissa	DOCUMENTO		
01	11	1478	MAM	QAMB	R
LUGLIO 2014				REVISIONE	

INDICE

1	ATMOSFERA	3				
1.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO	3		3.3.1.4	Idrogeologia	26
1.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	3		3.3.1.5	Tipologia del movimento franoso	27
1.3	LA PROGRAMMAZIONE REGIONALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA E LA ZONIZZAZIONE	4		3.3.1.6	Condizioni geotecniche	28
1.4	LO STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	5		3.3.1.6.1	Campagne di indagine	28
1.5	DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE	5		3.3.1.6.2	Profilo stratigrafico e livelli piezometrici	29
2	AMBIENTE IDRICO	8		3.3.1.6.3	Caratteristiche geotecniche	30
2.1	PREMESSA	8		3.3.1.7	Inquadramento sismico	38
2.2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	8		3.3.2	Definizione e analisi degli impatti potenziali e delle misure di mitigazione	38
2.3	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE	8		3.3.2.1	Considerazioni generali	38
2.3.1	Idrografia	8		3.3.2.2	Verifiche di stabilità delle opere in progetto	41
2.3.2	Idrologia	8		3.3.2.3	Verifiche di stabilità del versante in frana	41
2.3.3	Sistema attuale di regimazione delle acque superficiali	9		3.3.2.3.1	Premessa	41
2.3.4	Qualità ambientale dei corsi d'acqua interessati dal progetto	9		3.3.2.3.2	Verifiche di stabilità – condizione morfologica attuale	41
2.4	DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E RELATIVE MISURE DI MITIGAZIONE	11		3.3.2.3.2.1	Condizioni statiche	41
2.4.1	Fattori causali di impatto (azioni di progetto) in rapporto allo stato attuale	11		3.3.2.3.2.2	Condizioni sismiche	44
2.4.1.1	Caratteristiche generali del sistema di regimazione in progetto	11		3.3.2.3.3	Verifiche di stabilità – in presenza della bretella in progetto	52
2.4.1.2	Sistemazione idraulica delle canalette esistenti in destra viadotto Marinella	12		3.3.2.4	Compatibilità geologica	54
2.4.1.3	Sotto-sistema di raccolta delle acque di piattaforma	12		3.3.2.5	Compatibilità idrogeologica	55
2.4.1.4	Interferenze con opere idrauliche esistenti	12		3.3.2.5.1	Premessa	55
2.4.1.5	Manutenzione del sistema di regimazione in progetto	13		3.3.2.5.2	Considerazioni generali	55
2.4.2	Analisi dei potenziali impatti	13		3.3.2.5.3	Aspetti connessi con l'assetto idraulico e idrogeologico	56
2.4.2.1	Verifiche idrauliche	13		3.3.2.5.4	Conclusioni	58
2.4.2.1.1	Fronte Idraulico 1	13		3.3.2.6	Riferimenti bibliografici	58
2.4.2.1.2	Fronte Idraulico 2	13		3.4	SUOLO	59
2.4.2.1.3	Fronte Idraulico 3	14		3.4.1	Caratterizzazione dello stato attuale	59
2.4.2.1.4	Attraversamenti	16		3.4.2	Definizione e analisi degli impatti potenziali e delle misure di mitigazione	59
2.4.2.1.5	Ulteriori verifiche idrauliche (acque di piattaforma)	17		4	VEGETAZIONE E FLORA	60
2.4.2.1.6	Variazioni nelle portate smaltite ai punti di recapito a seguito della realizzazione delle opere in progetto	17		4.1	PREMESSA	60
2.4.2.2	Interferenze con il livello di qualità dei corsi d'acqua attraversati	18		4.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	60
2.5	CONCLUSIONI	18		4.3	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE	60
3	SUOLO E SOTTOSUOLO	20		4.3.1	Fitoclima	60
3.1	PREMESSA	20		4.3.2	Vegetazione potenziale	61
3.2	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	20		4.3.3	Vegetazione attuale	61
3.3	SOTTOSUOLO	20		4.4	DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE	63
3.3.1	Caratterizzazione dello stato attuale	20		5	ECOSISTEMI E FAUNA	64
3.3.1.1	Geologia e situazione tettonico – strutturale	20		5.1	PREMESSA	64
3.3.1.2	Caratteri litostratigrafici	22		5.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	64
3.3.1.3	Geomorfologia	25		5.3	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE	64
				5.4	DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE	65
				6	SALUTE PUBBLICA	66

7	RUMORE E VIBRAZIONI	67
7.1	RUMORE.....	67
7.1.1	Premessa.....	67
7.1.2	Quadro di riferimento normativo.....	67
7.1.3	Caratterizzazione dello stato attuale	70
7.1.3.1	Censimento ricettori	70
7.1.3.2	Rilevamento acustico.....	71
7.1.4	Definizione e analisi degli impatti potenziali	72
7.1.4.1	Fase di esercizio	72
7.1.4.1.1	Premessa	72
7.1.4.1.2	Verifica della concorsualità.....	72
7.1.4.1.3	Dati di traffico.....	74
7.1.4.1.4	Metodologia di analisi previsionale e simulazioni acustiche.....	75
7.1.4.1.5	Analisi dei risultati	75
7.1.4.2	Fase di cantiere	76
7.1.5	Conclusioni.....	77
7.2	VIBRAZIONI.....	79
8	PAESAGGIO E ARCHEOLOGIA	83
9	SINTESI DEI POTENZIALI IMPATTI	84

1 ATMOSFERA

1.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Dal punto di vista climatico, l'area interessata dalla bretella in progetto è caratterizzata da un clima di tipo semi-continentale, con inverni generalmente freddi e nevosi ed estati calde e afose. Sulla costa il clima è più gradevole e man mano che si procede verso l'interno l'inverno diventa via via più rigido e le temperature si abbassano notevolmente (Campobasso nel periodo invernale è una delle città più fredde d'Italia). Anche l'estate risulta più gradevole sulla costa, dove spesso soffiano brezze che rendono più dolci i mesi caldi.

Le precipitazioni, in genere non molto abbondanti, inferiori ai 1000 mm annui (sui 600-700 nell'area subappenninica) e in prevalenza invernali, toccano, però, i 2000 mm sui monti del Matese; d'inverno sui rilievi sono spesso nevose. Le temperature, i cui minimi si abbassano con il crescere dell'altitudine, hanno un'escursione annua rilevante: Termoli, pur essendo sul mare, passa da una media invernale di 8 °C a una estiva di 25 °C; Campobasso, a 701 m di quota, ha una media invernale di 4 °C e una estiva di 22 °C.

1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

In Tabella 1-1 si riportano i limiti di concentrazione in atmosfera per la protezione della salute umana indicati dal D.Lgs. 155/2010 in recepimento della dir 2008/50/CE per gli inquinanti trattati nello studio.

Tabella 1-1: . Limiti alle concentrazioni di inquinanti in atmosfera per la protezione della salute umana indicati dal D.Lgs. 155/2010 in recepimento della dir. 2008/50/CE

Inquinante	Tipo di limite	Limite	Tempo di mediazione dati
Biossido di azoto NO₂	valore limite orario per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza (da non superare più di 18 volte l'anno) 2009 - 210 µg/m ³ Dal 2010 - 200 µg/m ³	media oraria
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza 2009 - 42 µg/m ³ Dal 2010 - 40 µg/m ³	media annuale
PM10 Particolato fine	valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte l'anno)	media nelle 24 ore
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
PM2.5 Particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm.	valore limite annuale per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza 2009 → 29 µg/m ³ 2010 → 29 µg/m ³ 2011 → 28 µg/m ³ 2012 → 27 µg/m ³ 2013 → 26 µg/m ³ 2014 → 26 µg/m ³ Dal 2015 → 25 µg/m ³	media annuale
Monossido di carbonio - CO	valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	media massima giornaliera su 8 ore
Benzene	valore limite annuale per la protezione della salute umana	5 µg/m ³	media annuale

1.3 LA PROGRAMMAZIONE REGIONALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA E LA ZONIZZAZIONE

Al momento non risulta che la Regione Molise abbia approvato in via definitiva il proprio Piano Regionale di Risanamento della qualità dell'aria secondo quanto previsto dal D.Lgs. 351/99.

Dalla proposta formulata dall'ARPA Molise nel dicembre 2012 risulta comunque che, in base alla definizione data dal D.Lgs. 155/2010, nella Regione Molise non si riscontrano le condizioni previste per l'individuazione di agglomerati, di conseguenza sono state individuate esclusivamente delle "zone".

Il Comune di Petacciato ricade nella "Zona costiera" e in un ambito definito a carico emissivo "medio".

Questa Zona è caratterizzata da:

- Territorio del Comune di Termoli, più densamente popolato nel periodo estivo per via del turismo balneare che ne fa quasi raddoppiare la popolazione e nel quale sono presenti stabilimenti industriali (presenza del Consorzio per lo sviluppo industriale della Valle del Biferno), artigianali agro-alimentari, o di servizio, che, per potenzialità produttiva o numero, possono provocare inquinamento atmosferico;
- Territori dei comuni confinanti (tra cui Petacciato) con quello indicato al punto precedente e per i quali è presente uno sviluppo industriale, antropico e turistico in grado di produrre inquinamento atmosferico;
- Territori attraversati dall'asse autostradale A14 Bologna-Bari-Taranto (tra cui Petacciato);
- Zona meteo-climatica di Piana Costiera con valori di piovosità media annua compresi tra i 600 mm e i 700 mm circa e da temperature medie annue di circa 7°C; il regime anemometrico è rappresentato dalla presenza di brezze marine.

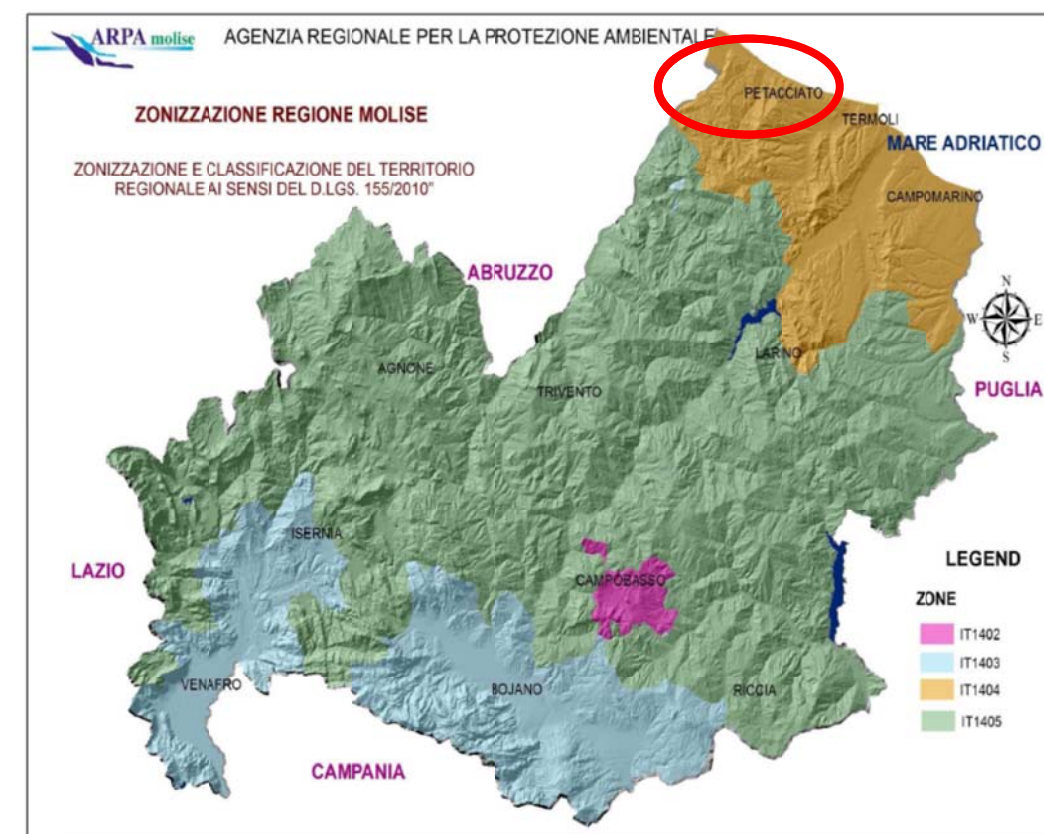


Figura 1-1: Rappresentazione Zone omogenee per inquinamento atmosferico

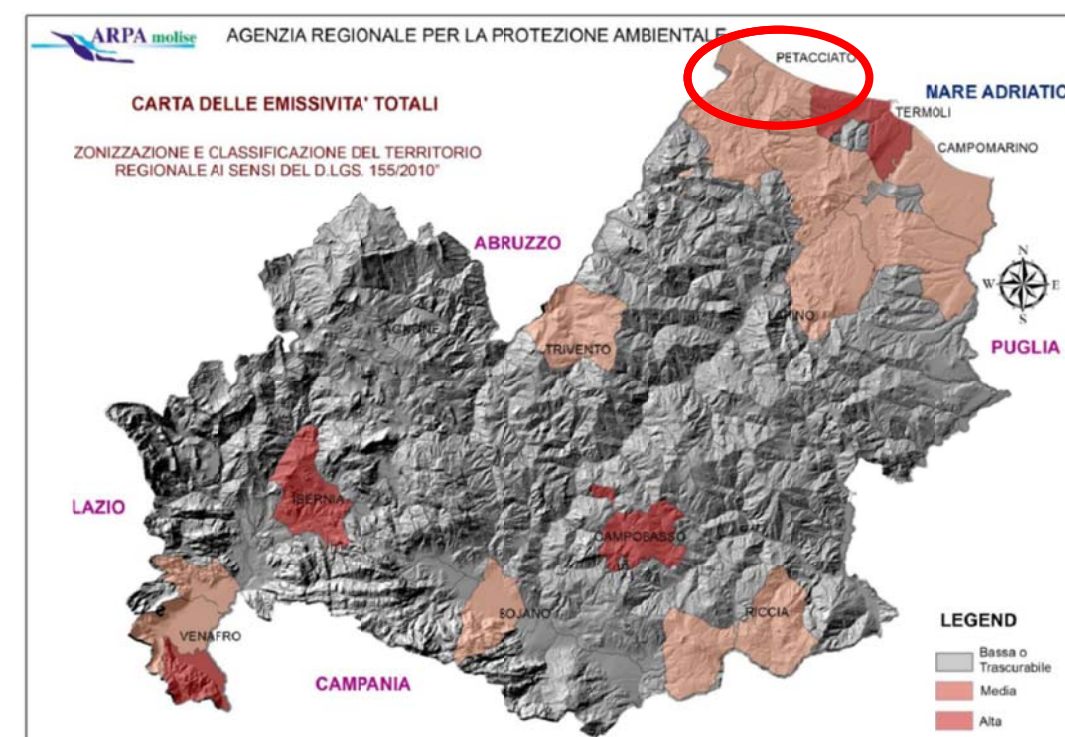


Figura 1-2: Carta del carico emissivo regionale

1.4 LO STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel Comune di Petacciato non sono presenti centraline per il rilevamento dell'inquinamento atmosferico.

La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria è, infatti, composta da 7 stazioni, localizzate nelle località individuate in Figura 1-3.



Figura 1-3: Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti in Molise

Poiché Petacciato si trova sulla costa a 11 km da Termoli, si ritiene che lo stato della qualità dell'aria sia assolutamente confrontabile. Per tale motivo, in Tabella 1-2 si riportano i principali parametri relativi all'inquinamento atmosferico registrato nelle centraline di Termoli. Da tali dati si può ricavare un sostanziale rispetto dei limiti normativi per il PM10 e, più limitatamente, per l'NO₂.

Nella stazione di "Termoli 1", collocata in area più centrale e più affetta dalle emissioni tipiche delle aree urbane (riscaldamento, traffico locale), infatti, il limite relativo alla media annua è stato raggiunto (ma non superato) sia nel 2007, che nel 2008.

Negli anni successivi si è osservato per entrambe le stazioni un leggero *trend* discendente delle concentrazioni che conferma la situazione di rispetto dei limiti normativi.

Tabella 1-2: Parametri dell'inquinamento atmosferico registrato nelle centraline di Termoli

		PM10 - media annua						
Stazione	Tipo	2006	2007	2008	2009	2010	2011	limite normativo
Termoli 1	Traffico		27	25	24	17	23	40
Termoli 2	Traffico		18	23	26	17	20	

		NO2 - media annua						
Stazione	Tipo	2006	2007	2008	2009	2010	2011	limite normativo
Termoli 1	Traffico		40	40	36	34	34	40
Termoli 2	Traffico	37	38	34	35	33	37	

1.5 DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE

Considerando che Petacciato non presenta una grande area urbana, si può affermare che la qualità dell'aria del territorio comunale sia buona, ragionevolmente migliore di quella di Termoli sopra descritta, e che non sussistano situazioni di criticità, ancor meno nel territorio interessato dall'intervento in progetto.

In questo contesto il progetto in esame non introduce alcun elemento di modifica della qualità dell'aria, in quanto non determina alcuna variazione dei flussi di traffico, né sposta la localizzazione della sorgente: la bretella costituisce una variante molto limitata dell'attuale A14 e il suo utilizzo è saltuario. Inoltre, la realizzazione della bretella avviene sul lato ovest dell'autostrada, cioè nella parte di territorio che risulta privo di edifici che possono essere impattati (si veda il censimento dei ricettori svolto per la componente rumore).

Per tale motivo, l'impatto atmosferico relativo alla fase di esercizio può considerarsi nullo.

Nella fase di cantiere si determineranno inevitabilmente degli impatti locali sulla componente atmosfera. A riguardo, l'inquinamento prodotto dalle attività di cantiere può essere ricondotto essenzialmente a due tipologie emissive:

- emissioni da processi di lavoro;
- emissioni da motori.

Le prime derivano da processi di lavoro meccanici (fisici) e termochimici che comportano la formazione, lo sprigionamento e/o il sollevamento di polveri, polveri fini, fumo e/o sostanze gassose.

Le seconde sono determinate da processi di combustione e di abrasione nei motori (diesel, benzina, gas). Le principali sostanze emesse in questo caso sono: PM10, NO_x, C₆H₆, CO e CO₂.

Al fine di avere delle indicazioni orientative dell'entità del problema polveri prodotte dalle attività di cantiere, si riporta l'esito di simulazioni sviluppate con il modello *Screen* dell'EPA (U.S. *Environmental Protection Agency*), che hanno considerato un cantiere di dimensioni che si possono ritenere analoghe a quelle prevedibili per la realizzazione delle opere in progetto.

Si è ritenuto opportuno verificare i livelli di inquinamento in presenza delle differenti classi di stabilità atmosferica, considerando due diverse velocità del vento (1 m/s e 3 m/s). Le simulazioni sono state sviluppate ipotizzando un'emissione unitaria, al fine di verificare l'andamento del fenomeno nello spazio e nelle diverse condizioni ipotizzate.

I risultati dei calcoli sono riportati nella figura seguente, dove viene rappresentato graficamente l'andamento delle concentrazioni in funzione della distanza dal bordo del cantiere. In ordinate è riportato il valore percentuale calcolato ponendo pari a 100 il valore massimo ottenuto in corrispondenza del perimetro del cantiere con velocità del vento pari a 1 m/s. Le elaborazioni sono state svolte impostando la direzione del vento perpendicolare ai lati del cantiere, ovvero la situazione che determina un'emissione maggiore.

Gli andamenti ottenuti indicano un decadimento di tipo esponenziale che determina il dimezzamento delle concentrazioni a circa 20 m dal confine del cantiere. Confrontando gli andamenti relativi alle due velocità di vento analizzate si osserva che, in presenza di un regime anemologico più energico, le concentrazioni si riducono in modo più significativo.

Si noti che le concentrazioni al suolo sono più alte in condizioni di stabilità (classi E-F) tipiche del periodo notturno, quando le attività di cantiere sono sospese. Quindi la curva più rappresentativa è quella relativa alla Classe C. In questo caso nei primi 50 m dal bordo del cantiere si verificano concentrazioni inferiori al 10% del massimo ottenibile a bordo cantiere in caso di condizioni fortemente stabili.

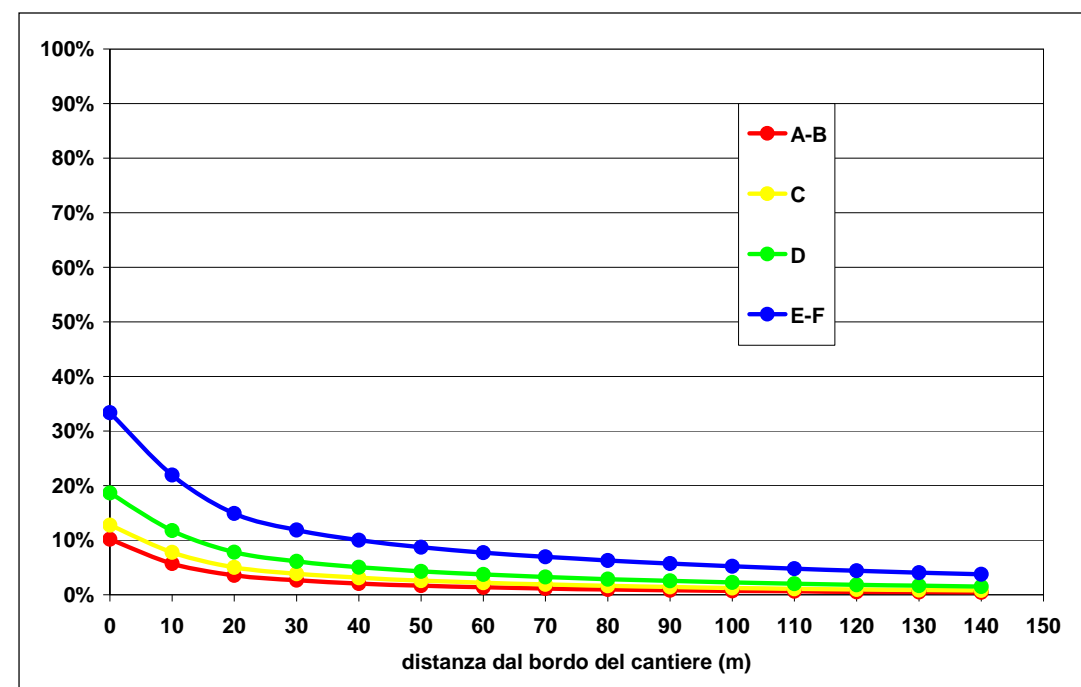


Figura 1-4: Andamento qualitativo concentrazioni PM10 [Vento = 3 m/s]

L'analisi dei potenziali impatti determinati dalla realizzazione dell'opera relativamente alla componente atmosfera non evidenzia alcuna situazione critica, anche in considerazione del fatto che i lavori avranno una durata piuttosto limitata, oltre alla sostanziale assenza di ricettori.

Risulterà comunque necessario porre in essere tutte le attenzioni possibili per il contenimento delle emissioni in atmosfera, soprattutto di polveri.

Gli interventi realizzabili sono diversificati a seconda della tipologia di impatto che si desidera contenere e delle caratteristiche degli insediamenti cantieristici. In generale, un primo intervento (misure gestionali) riguarda l'attenta definizione del lay-out finale che dovrà garantire l'ubicazione delle potenziali sorgenti (cumuli, generatori, ecc.) nelle porzioni di aree interessate dai lavori che risultano maggiormente distanti rispetto all'ambiente vicino.

Per ciò che concerne le polveri, nella Tabella 1-3 si elencano i principali interventi che consentono di ridurre in maniera significativa le emissioni e che potranno essere attuati dalle imprese che realizzeranno i lavori.

Tabella 1-3 – Interventi di mitigazione applicabili per ridurre le emissioni in atmosfera durante i lavori

AZIONE DI PROGETTO	INTERVENTI PER RIDURRE LE EMISSIONI
Costruzione ed esercizio piste di cantiere, piazzali e aree di stoccaggio	Pavimentare tutte le aree di transito dei mezzi di cantiere, i piazzali, le aree di stoccaggio
	Nel caso in cui alcune aree non possano essere pavimentate, controllare l'umidità della pavimentazione stradale prevedendo regolari annaffiature, in particolare nei periodi di massimo vento e di minime precipitazioni.
	Localizzare le aree di deposito di materiali sciolti o dello smarino lontano da fonti di turbolenza dell'aria (impianti di ventilazione, piste di transito veicoli o viabilità pubblica, ecc.)
	Pulire regolarmente a fine giornata le aree di cantiere con macchine a spazzole aspiranti
	Recintare le aree di cantiere con reti antipolvere, in particolare in prossimità di aree di deposito e dal lato dei ricettori sensibili
	Evitare depositi di materiali sciolti di lungo periodo e, se non altrimenti ovviabili, adottare nei periodi di massima attività anemologica o di siccità sistemi automatici di annaffiatura, eventualmente utilizzando appositi additivi.
	In generale, ridurre al minimo indispensabile la durata dei cantieri e, in particolare, ridurre i tempi di esecuzione delle lavorazioni produttrici di polveri.
Attività di scavo	Assicurarsi che i materiali movimentati presentino adeguati livelli di umidità. In caso contrario prevedere impianti di annaffiatura.
Transito di mezzi di cantiere esternamente alle aree e piste di cantiere	Pulizia e spazzolatura dei pneumatici dei mezzi in uscita dai cantieri in vasche o tunnel di lavaggio
	Copertura con teloni dei carichi polverulenti
	Inumidire i carichi in uscita dei materiali polverulenti o con basso contenuto di umidità

2 AMBIENTE IDRICO

2.1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di stabilire la compatibilità ambientale, secondo le normative vigenti, delle variazioni quantitative indotte dall'intervento proposto sulle acque superficiali e stabilire la compatibilità delle modificazioni fisiche, chimiche e biologiche indotte sulle stesse.

A tal fine, si è considerato quanto emerso dalla relazione idrologico – idraulica di progetto e si sono eseguite indagini, per caratterizzare la qualità ambientale del fosso degli Ulivi, o fosso Cacchione, unico corso d'acqua interessato dal progetto.

2.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. “orme in materia ambientale”.
- DPCM 27/12/88 “Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n°349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n°377”.
- RD 25/07/1904 n. 523 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.
- Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n. 3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico”.
- DLgs 42/2004 e s.m.i. “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”.
- Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino regionale del fiume Biferno e minori – Delibera Comitato Istituzionale N. 87 del 28/10/2005 – Normativa di attuazione - Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.
- Legge 18 maggio 1989, n. 183, Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- DD. LL. 11 giugno 1998, n. 180, Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania.
- Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, Comitato Istituzionale, Seduta del 29 Settembre 2006, Deliberazione n. 103.
- Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione. Allegato 1 delle Norme di Attuazione (assetto idraulico e assetto di versante) del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il Bacino Regionale del Fiume Biferno e Minori.
- L.R. 2/03/1984 n. 4 Approvazione del Piano regionale di risanamento idrico.
- Dati pluviometrici della stazione di San Salvo - Piogge intense di durata inferiore alle 24 ore per gli anni dal 1942 al 1973.

2.3 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

2.3.1 Idrografia

L'area oggetto d'intervento ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Biferno e Minori.

A livello di area vasta, i corsi d'acqua principali sono rappresentati dal fiume Trigno e dal torrente Tecchio, non interessati dalla bretella in progetto.

L'unica interferenza idrografica è, infatti, rappresentata dal Fosso degli Ulivi (o fosso Cacchione), attualmente attraversato dall'A14, dalla linea ferroviaria e dalla S.S.16, sfociando poi in mare.

2.3.2 Idrologia

I bacini idrologici principali considerati nel dimensionamento del sistema idraulico (bacini di livello 1) sono evidenziati nella relativa tavola allegata alla presente relazione. Nell'individuazione di tali bacini in progetto si è fatto riferimento alla parte del tracciato della nuova bretella per il quale è prevista la progettazione di opere idrauliche e dunque dal km 0+345 circa al km 1+293 circa.

I bacini di livello 1 individuati sono tre: BI1, BI2, BI3. Il loro perimetro è stato tracciato seguendo gli spartiacque topografici rilevabili dalla cartografia o, nel caso dei bacini BI1 e BI3, partendo dal fronte di bretella di interesse e risalendo il prospiciente pendio con una linea ortogonale alle isoipse fino ad intercettare lo spartiacque topografico. Nella seguente sono riportate le superfici piane dei tre bacini.

Tabella 2-1: Superfici dei bacini idrologici di primo livello

Bacino	Superficie
BI1	0.012 km ² ca.
BI2	0.837 km ² ca.
BI3	0.23 km ² ca.

Il bacino idrologico BI3 è stato ulteriormente suddiviso in n.4 bacini idrologici di livello2 a loro volta ulteriormente partizionati in aree più piccole (bacini di livello3). Per ciascuno dei bacini di livello 1 è stata calcolata la portata di progetto in base all'area del bacino stesso e ad un tempo di ritorno di 200 anni comerichesto dal “Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino regionale del fiume Biferno e minori – Delibera Comitato Istituzionale N. 87 del 28/10/2005 – Normativa di attuazione - Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore” mediante la relazione:

$$Q=17 \times A^{0.72}$$

essendo:

Q la portata di progetto espressa in m³/s.

A l'area piana del bacino considerato espressa in km².

Tale relazione, non lineare, ha portato a stimare, per i tre bacini di livello 1, le portate di progetto indicate nella tabella seguente.

Tabella 2-2: Portate di progetto dei bacini idrografici di livello 1

Bacino	Portata di progetto
BI1 (paratia di imbocco lato Vasto)	0.75 m ³ /s ca.
BI2 (Impluvio Fosso Cacchione)	14.86 m ³ /s ca.
BI3 (Fronte dei rilevati a mezza costa dall'intersezione con la strada interpodereale a fine bretella)	5.90 m ³ /s ca.

I tre bacini di livello 1 descritti individuano tre "fronti idraulici". Le portate ottenute sono state ripartite, nel caso del bacino BI3, per i sottobacini di livello 3 in modo proporzionale alla loro area. Il dettaglio sui valori di portata adottati per ciascun sottobacino di livello 3 del bacino BI3 è riportata nel seguito (fronte idraulico 3 – paragrafo 2.4.2.1).

2.3.3 Sistema attuale di regimazione delle acque superficiali

Attualmente, le acque scolanti dai bacini idrografici in corrispondenza del fronte che verrà occupato dalla bretella autostradale sono in buona parte raccolte dal fosso Cacchione e dai fossi minori ad esso affluenti. Il tratto finale del fosso Cacchione in corrispondenza dell'omonimo viadotto è incanalato e, poco oltre, intubato, per consentire il superamento delle infrastrutture stradali e ferroviarie esistenti e quindi lo sfogo al mare. A tale proposito, è utile ricordare che la linea di costa dista dalle opere in progetto mediamente 300m.

Le acque non raccolte dal fosso Cacchione pervengono al mare tramite canalizzazioni minori, che raccolgono e convogliano tali acque verso due distinti punti di recapito costituiti da tombini. Il primo, posto in sinistra del viadotto Marinella dell'A14 esistente al Km 462+950 circa, convoglia direttamente le acque oltre il rilevato ferroviario e la Strada Statale n.16 fino alla costa tramite uno scatolare; il secondo tombino, posto in destra dell'autostrada al Km 463+240 circa, convoglia le acque tramite un collettore Φ800mm a un secondo pozzetto in asse all'autostrada e da qui, mediante un collettore Φ1000mm (anch'esso in asse all'autostrada), le acque arrivano a un sistema di canalette e, infine, al poco lontano fosso dei Lupi.

Allo stato attuale, le canalizzazioni di cui sopra non risultano adeguate a garantire lo smaltimento delle portate raccolte causando, in occasione di forti precipitazioni,

allagamenti nell'area del sottopasso della strada interpodereale in corrispondenza del viadotto Marinella.

A completamento della descrizione delle opere idrauliche esistenti va segnalata la presenza di trincee drenanti in destra del tracciato autostradale. Tali opere intercettano le acque di falda a monte dell'autostrada e le convogliano, tramite collettori fessurati di diametro Φ300 mm, verso il fosso Cacchione.

2.3.4 Qualità ambientale dei corsi d'acqua interessati dal progetto

Il corso d'acqua attraversato dal progetto è il fosso Cacchione (o fosso degli Ulivi). La qualità ambientale di tale corso d'acqua è stata caratterizzata mediante analisi chimico-fisiche di campioni e mediante rilievi per la determinazione dell'indice di Qualità Morfologica "IQM" (Rinaldi et al., 2011) e dell'indice "STAR_ICMi" (IRSA-CNR, 2007 e 2008), svolti in corrispondenza dei punti "AS" indicati nella Figura 2-1 (per l'indice IQM il tratto indagato si sviluppa dal punto AS01 al punto AS04).

Nello specifico, i punti sono stati ubicati nel seguente modo:

- AS01 – tratto di attraversamento del fosso da parte della bretella in progetto;
- AS02 – a valle dell'Autostrada A14 esistente;
- AS03 – a valle della Ferrovia Adriatica esistente;
- AS04 – a valle della Strada Statale 16 esistente.



Figura 2-1: Individuazione dei rilievi di qualità in corrispondenza del fosso Cacchione (o fosso degli Ulivi)

Dal punto di vista chimico-fisico, i parametri analizzati sono stati i seguenti:

- Solidi Sospesi Totali;
- COD;
- Idrocarburi totali;
- Solfati (ione solfato);
- Cloruri (ione cloruro);
- Metalli (Pb, Cr totale, Ni, Zn, Cd, Hg)
- Escherichia coli;
- pH;
- Temperatura;
- Conducibilità elettrica a 20° C;
- Ossigeno disciolto.

I risultati delle analisi (riportati in allegato al Quadro di riferimento ambientale: Indagini ambientali) nei quattro punti oggetto di campionamento sopra descritti non hanno evidenziato criticità in rapporto ai riferimenti normativi (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) che è possibile assumere in tema di tutela delle acque dall'inquinamento.

Nello specifico, i valori del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. utilizzabili per interpretare i risultati delle analisi sono i seguenti:

- All.5 Tab.3 Parte Terza: Valori limiti di emissione in acque superficiali;
- All.2 Tab.1/B Cip-I: Qualità delle acque idonee alla vita dei pesci ciprinidi;
- All.2 Tab. 1/A A3-G Parte Terza: Caratteristiche di qualità per acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- All.2 Tab. 1/A A1 A2 A3-I Parte Terza: Caratteristiche di qualità per acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile.

Tali valori sono riportati nella Tabella 2-3 e nella Tabella 2-4.

Tabella 2-3: Valori limiti di emissione in acque superficiali (All.5 Tab.3 Parte Terza – D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.)

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Solidi Sospesi Totali	D.Lgs. 152/06 All.5 Tab.3 Parte Terza	mg/l	80
COD		mg/l	160
Idrocarburi Totali		mg/l	5
Solfati		mg/l	1000
Cloruri		mg/l	1200
Piombo		mg/l	0,2
Cromo Totale		mg/l	2
Nichel		mg/l	2
Zinco		mg/l	0,5
Cadmio		mg/l	0,02
Mercurio		mg/l	0,005
E. coli		UFC/100ml	5000
pH		-	5,5-9,5

Tabella 2-4: Valori di qualità delle acque superficiali (D.Lgs. 152/2206 e s.m.i.)

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Solidi Sospesi Totali	D.Lgs. 152/06 All.2 Tab.1/B Cip-I	mg/l	80
COD	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A3-G Parte Terza	mg/l	30
Idrocarburi Totali	D.Lgs. 152/06 All.2 Tab.1/B Cip-G	µg/l	200
Solfati	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A1 A2 A3-I Parte Terza	mg/l	250
Cloruri	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A1 A2 A3-G Parte Terza	mg/l	200
Piombo	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A2 A3-I Parte Terza	mg/l	0,05
Cromo Totale	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A1 A2 A3-G Parte Terza	µg/l	50
Nichel	D.Lgs. 152/06 All.2 Tab.1/B Cip-I	µg/l	75
Zinco	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A2 A3-I Parte Terza	µg/l	400
Cadmio	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/A A2-I Parte Terza	mg/l	0,005
Mercurio	D.Lgs 152/06 All.2 Tab 1/B Cip-I Parte Terza	µg/l	0,5
E. coli	D.Lgs. 152/06 All.5 Tab.3 Parte Terza	UFC/100ml	5000
pH	D.Lgs. 152/06 All.5 Tab.3 Parte Terza	-	

Con riferimento ai limiti per lo scarico in acque superficiali, i risultati delle analisi sono sensibilmente al di sotto dei valori limite per tutti i parametri analizzati. Rispetto agli altri il parametro Escherichia coli, in particolare, presenta una concentrazione più significativa, pur restando al di sotto dei limiti normativi assunti a riferimento, ciò probabilmente dovuto al periodo di campionamento (metà settembre 2013) particolarmente siccitoso e quindi alle relative basse portate idrometriche e alla temperatura del corso d'acqua (circa 19 C).

Considerando a riferimento i limiti molto restrittivi per la qualità delle acque potabili, l'unico parametro che risulta leggermente superiore a questi ultimi sono i Cloruri, probabilmente dovuti al contesto agricolo attraversato dal corso d'acqua, oppure alla sua vicinanza al mare.

Nel complesso, quindi, non risultano criticità nei valori chimico-fisici analizzati e non risultano differenziazioni dovute alla presenza delle infrastrutture esistenti (Autostrada A14, Ferrovia Adriatica, S.S.16).

Come precedentemente introdotto, la definizione della qualità ambientale del fosso Cacchione è stata caratterizzata anche attraverso i seguenti indici di qualità:

- **IDRAIM** o sistema di valutazione IDR morfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua finalizzato al monitoraggio e valutazione della condizione morfologica per poter esprimere l'Indice di Alterazione Morfologica (IAM) e, di conseguenza, l'**IQM** o Indice di Qualità Morfologica (Rinaldi et al. 2011).
- Indice **STAR_ICMi** che fa riferimento all'abbondanza e varietà di macroinvertebrati bentonici nei vari microhabitat presenti nella sezione esaminata (IRSA-CNR, 2007 e 2008). Il calcolo delle metriche che compongono l'Indice STAR_ICMi è stato eseguito mediante il programma MacrOper (versione 0.1.1). Nello specifico, il calcolo dell'Indice STAR_ICMi scaturisce dal confronto ponderato del rapporto fra i

valori delle metriche grezze e quelle di riferimento riportate nel D.M. 260/2010 e relative al macrotipo fluviale M5 (Mediterraneo - Corsi d'acqua temporanei) appartenente alla Idroecoregione (HER) 12-Costa Adriatica e all'Area Regionale: Molise.

Entrambi i metodi di analisi giungono alla definizione di cinque principali classi di qualità complessiva, che sono: *Elevato (Ottimo), Buono, Moderato o Sufficiente, Scadente o Scarso, Pessimo* e forniscono precise indicazioni circa gli elementi considerati, che costituiscono, per il minor punteggio specifico, una condizione critica per la qualità complessiva.

I risultati del sistema di valutazione **IDRAIM** (riportati in allegato al Quadro di riferimento ambientale: Indagini ambientali) hanno rilevato che il tratto AS01-AS04 del fosso Cacchione analizzato ha un Indice di Alterazione Morfologica (IAM) pari a 0,46 con limiti di confidenza di 0,44 e 0,50, per cui il valore dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM = 1 - IAM) è 0,54 (compreso fra 0,50-0,56). A questo valore corrisponde il giudizio sintetico di **Moderato o Sufficiente** per la classe di qualità morfologica del tratto. Considerando i sub-indici verticali e orizzontali del metodo si evidenziano gli elementi da considerare più critici: la massima alterazione riguarda la Funzionalità, ma anche l'Artificialità risulta alquanto grave nell'ambito dei sub-indici verticali, mentre la Vegetazione è da considerare l'elemento di più alterato fra i sub-indici orizzontali.

I risultati dell'Indice **STAR_ICMi** (riportati in allegato al Quadro di riferimento ambientale: Indagini ambientali) hanno rilevato che tutte e quattro le sezioni esaminate (da AS01 ad AS04) appartengono alla IV classe di qualità (Indice STAR_ICMi compreso fra 0,24 e 0,49) e hanno un giudizio sintetico di "**Scarso**", inoltre, la differenza fra la condizione di monte (AS01) e quella di valle (AS04) è molto modesta.

Nel complesso, quindi, il fosso Cacchione non presenta una qualità ambientale di valore significativo e né presenta gradienti di variazione della stessa in rapporto alla presenza delle infrastrutture esistenti, consentendo di poter definire le condizioni attuali del fosso in questione non collegate al sistema infrastrutturale presente (Autostrada A14, Ferrovia Adriatica, S.S.16).

2.4 DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E RELATIVE MISURE DI MITIGAZIONE

2.4.1 Fattori causali di impatto (azioni di progetto) in rapporto allo stato attuale

2.4.1.1 Caratteristiche generali del sistema di regimazione in progetto

Il sistema di regimazione delle acque del progetto della nuova bretella autostradale ha lo scopo di rendere la bretella "trasparente" ai normali deflussi delle acque superficiali (ma anche sotterranee) creando una linea di intercettazione delle acque di versante (costituita da un sistema di canali di guardia a sezione rettangolare o trapezoidale), che raccoglie e convoglia queste ultime oltre la bretella (assieme alle acque di piattaforma) verso i 3 recapiti esistenti, citati nel paragrafo 2.3.3. In tal modo, verrà evitato l'accumulo di acqua a monte del rilevato autostradale della bretella.

Nel dettaglio, sono stati progettati n.3 attraversamenti trasversali rispetto alla bretella mediante collettori $\Phi 1000$ mm ubicati alle seguenti progressive della bretella: Km 0+640 circa, Km. 0+920 circa e Km. 1+030 circa.

Inoltre, in corrispondenza del fosso Cacchione è stata progettata una vasca di raccolta acque, da ubicarsi a monte del futuro rilevato della bretella. Tale vasca permetterà il collettamento delle acque in un tubo di acciaio liscio ($\Phi 1670$ mm, passante al di sotto del rilevato) e il loro convogliamento nuovamente nella sede esistente del fosso Cacchione a valle del rilevato stesso.

Per le pendenze e le tipologie di canali e collettori adottati in ciascun tratto del sistema di regimazione delle acque si faccia riferimento alla tavola dei profili idraulici riportati nel Progetto Definitivo.

Infine, il sistema idraulico è stato progettato cercando di contenere, per quanto possibile, l'entità degli scavi necessari alla posa dei tubi collettori; questo vincolo di carattere geotecnico ha condizionato le scelte tecniche che hanno portato alla configurazione finale del sistema idraulico stesso.

Dal punto di vista della qualità ambientale dei corsi d'acqua (fosso Cacchione), occorre considerare che l'utilizzo della bretella soltanto durante i periodi in cui saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria sull'autostrada A14 esistente, a causa del periodico riattivarsi del movimento franoso che si estende dall'abitato di Petacciato fino oltre la linea di costa, determina che non si hanno variazioni di traffico e quindi dell'attuale fattore di pressione da questo potenzialmente causato.

2.4.1.2 Sistemazione idraulica delle canalette esistenti in destra viadotto Marinella

Oltre al sistema di regimazione in progetto, quest'ultimo prevede, inoltre, la sistemazione idraulica dei tratti di canalizzazione esistenti che, in destra del viadotto Marinella, convogliano le acque superficiali verso l'attuale sottopasso della strada interpoderale e da qui verso il tombino in sinistra del viadotto stesso e, infine, alla costa.

Si sottolinea la necessità di tale adeguamento, al fine di poter sfruttare appieno le potenzialità dei recapiti finali, attualmente non adeguati. A tal fine, si prevede di eseguire la pulizia delle aree limitrofe ai canali esistenti e il rifacimento delle canalizzazioni indicate negli elaborati di progetto ("Planimetria dello stato di fatto e di progetto").

2.4.1.3 Sotto-sistema di raccolta delle acque di piattaforma

Il sistema idraulico in progetto per la gestione delle acque superficiali si completa con la realizzazione del sotto-sistema di raccolta delle acque di piattaforma, costituito da canali e cunette superficiali intervallati da pozzetti; tale sottosistema s'immette nel sistema di regimazione delle acque superficiali di cui al paragrafo 2.3.3.

Per il dimensionamento di questo sotto-sistema si è considerato in progetto un tempo di ritorno di 50 anni.

Considerata la funzione provvisoria della bretella in progetto, il sistema idraulico complessivo è stato, quindi, concepito come un sistema misto, ossia le acque di piattaforma e di versante vengono raccolte in un comune sistema di canalette e collettori, che le trasporta fino ai punti di recapito presenti a valle della nuova bretella.

Non sono stati previsti in progetto sistemi di trattamento delle acque miste di versante e di piattaforma prima della loro immissione nei punti di recapito finali individuati.

Le portate di progetto delle acque di piattaforma sono state ricavate dalla formula dell'invaso lineare:

$$Q_C = S \times u = S \times 2,78 \times D(n') \times \varphi \times a' \times k(n'-1)$$

essendo

- S la superficie del bacino
- $D(n')$ parametro funzione del parametro n' della curva di possibilità pluviometrica (assunto pari a 0.63)
- φ il coefficiente di afflusso (assunto pari a 0.9)
- a' , n' coefficienti della curva di probabilità pluviometrica per un tempo di ritorno di 50 anni: $a'=62.58$; $n'=0.2885$ (in base ai dati pluviometrici della stazione di San Salvo)
- k parametro dipendente dal tempo di ingresso alla rete e dal tempo di corrivazione di quest'ultima (in totale pari a 0.083h)

Nel caso in cui, oltre alla piattaforma autostradale, si è dovuto tenere conto anche delle aree di scarpata del rilevato della nuova bretella, si è cautelativamente incrementato del 30% il valore di portata calcolato con la formula di cui sopra.

La raccolta delle acque di piattaforma avviene sfruttando la pendenza di progetto del piano stradale (circa 2,5% per la bretella autostradale e 2% per la strada interpoderale), che indirizza le acque piovane verso il bordo strada, dove la presenza di canalette di vario tipo (o embrici ad esse affluenti) consente il convogliamento delle acque raccolte al sistema principale.

Dove possibile si sono adottate a bordo strada cunette alla francese. Eventuali canalizzazioni di forma diversa sono state adottate solo in presenza di barriere protettive.

2.4.1.4 Interferenze con opere idrauliche esistenti

La realizzazione della nuova bretella autostradale ha interferenze con le trincee drenanti presenti in destra della sede autostradale esistente e realizzate durante la costruzione dell'A14. In particolare, si hanno due punti di interferenza:

La prima interferenza si ha in corrispondenza del Km 0+400 circa della bretella, dove la realizzazione della paratia di pali $\Phi 1200$ mm a più ordini di tiranti intercetta la trincea drenante esistente (di larghezza pari a 1,2 m). Pertanto, per ovviare all'interruzione della trincea drenante, si è previsto in progetto quanto segue:

1. la realizzazione a monte della paratia di un pozzetto d'intercettazione della trincea drenante con posizionamento di un tubo collettore $\Phi 500$ mm all'interno di apposita trincea eseguita con scavo a sezione obbligatoria, per il recapito delle acque nel tubo collettore presente a valle della paratia al di sotto del ciglio del piano stradale; sulla base delle quote riportate nella contabilità lavori dell'autostrada A14, tale soluzione dovrebbe potere intercettare le acque che si dovessero accumulare nella trincea

drenante esistente per battenti d'acqua superiori a 2 m circa (valutate rispetto al fondo trincea);

2. la realizzazione di microdreni sub-orizzontali nel primo tratto della paratia, per intercettare la trincea drenante e dare sfogo all'eventuale accumulo di acque.

La seconda interferenza si ha in corrispondenza del Km 0+619 circa della bretella, dove i diaframmi della trincea di approccio al sottopasso scatolare della strada interpodereale intercettano la trincea drenante esistente (di larghezza pari a 1,5 m). Il tubo collettore $\Phi 300$ mm microfessurato esistente verrebbe a trovarsi a 3 m circa al di sotto del fondo scavo di progetto tra diaframmi; pertanto, per ovviare all'interruzione della trincea drenante a causa dell'esecuzione dei diaframmi, si è previsto in progetto quanto segue:

1. l'esecuzione di perforazioni preliminari all'avvio di qualsiasi attività, al fine di individuare correttamente l'andamento plano-altimetrico della trincea drenante e del tubo collettore rispetto al tracciamento dei diaframmi in progetto;
2. la realizzazione dei diaframmi strutturali che interferiscono con il tubo collettore prevedendo, alla quota del tubo $\Phi 300$ mm (rilevata prima di dare inizio ai lavori attraverso le perforazioni di cui sopra), l'inserimento nella gabbia di armatura di un tubo in acciaio $\Phi 500$ mm dotato di tappi alle estremità, per evitare l'ingresso di calcestruzzo durante il getto del diaframma;
3. la realizzazione di uno scavo di approfondimento a sezione obbligata, sbatocchiato, all'interno della trincea di approccio al sottopasso scatolare, al fine di intercettare la trincea drenante; la demolizione dei tappi inseriti nel tubo $\Phi 500$ mm inglobato nell'armatura dei diaframmi strutturali; il ripristino della continuità della trincea drenante mediante tubo collettore $\Phi 300$ mm e materiale granulare selezionato.

2.4.1.5 Manutenzione del sistema di regimazione in progetto

Solo il mantenimento delle condizioni di esercizio dei canali (sia di quelli risistemati, sia di quelli in progetto) può garantire il corretto deflusso delle acque di versante e di piattaforma raccolte dal sistema di regimazione idraulica in progetto. Pertanto, in progetto si prevede che sia eseguita una manutenzione periodica, con cadenza annuale, di tutte le canalizzazioni, che sarà recepita nei manuali di manutenzione dell'opera di progetto esecutivo.

Tale manutenzione consisterà nella pulizia del fondo e delle pareti di canali e pozzetti da vegetazione e terreno e nel ripristino dei tratti di canalizzazioni eventualmente danneggiati.

2.4.2 Analisi dei potenziali impatti

2.4.2.1 Verifiche idrauliche

Le opere idrauliche in progetto recepiscono le indicazioni riportate all'art. 10 del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino regionale del fiume Biferno e minori – Delibera Comitato Istituzionale N. 87 del 28/10/2005 – Normativa di attuazione dell'Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore, in cui gli indirizzi generali richiedono di utilizzare, in sede progettuale di opere definitive, portate di

piena con tempi di ritorno di 200 anni assumendo i valori di riferimento di cui all'All. 1 del medesimo documento.

Sono di seguito descritte le verifiche idrauliche condotte in progetto per i tre fronti idraulici descritti nel paragrafo 2.3.2.

Per le caratteristiche delle tipologie di opere idrauliche nel seguito citate e della loro ubicazione occorre riferirsi alle relative tavole idrauliche di progetto riportate nel Quadro di riferimento progettuale e, per i profili idraulici, alle tavole di progetto definitivo.

Per l'individuazione del tratto verificato si è fatto riferimento in progetto alle sigle delle sezioni trasversali della bretella (cfr. Planimetria di progetto riportata negli elaborati grafici del Quadro di riferimento progettuale).

2.4.2.1.1 Fronte Idraulico 1

Bacino di riferimento

Per il fronte idraulico n. 1 il bacino di riferimento è BI1. Si ricorda che per tale bacino (superficie pari a 0.012 km^2 circa) è stata stimata una portata di piena (per un tempo di ritorno pari a 200 anni) di $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$ circa.

Descrizione della canalizzazione in progetto

La linea di intercettazione delle acque di versante è costituita, in questo caso, dal canale rettangolare di tipo "CR4", di dimensioni interne (larghezza \times altezza) $1.1\text{m} \times 1\text{m}$ e dal canale di tipo "CR5" di dimensioni interne $1.7\text{m} \times 0.65\text{m}$.

Verifica della canalizzazione in progetto

La verifica idraulica è stata condotta (mediante la formula di Gauckler-Strickler) per ciascun canale in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza, che costituisce (essendo i canali in questione a sezione costante) il tratto critico per il deflusso della portata di progetto. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni rettangolari pari all'80% dell'altezza della sezione stessa.

Per il tipo di canali considerati (gettati in opera) si è assunto un coefficiente di scabrezza (k_s di Strickler) pari a $75\text{m}^{1/3}/\text{s}$ (calcestruzzo con superficie ruvida).

Nelle verifiche effettuate in progetto ciascuna portata di progetto (tratti "B13-B14" e "Inserimento nel fosso Cacchione" aventi profilo idraulico "B": $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$ per entrambi i tratti) è contenuta nella massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme (rispettivamente: 1.9 e $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$).

2.4.2.1.2 Fronte Idraulico 2

Bacino di riferimento

Per il fronte idraulico n. 2 i bacini di riferimento sono BI1 e BI2. Infatti, le acque del bacino BI1 sono convogliate all'interno dell'alveo del fosso Cacchione a monte della bretella. Si

ricorda che per il bacino BI2 (superficie pari a 0.837 km² circa) è stata stimata una portata di piena (per un tempo di ritorno pari a 200 anni) pari a 14.86 m³/s circa.

La portata totale di progetto per questo fronte idraulico è dunque pari alla somma delle due portate di piena dei bacini BI1 e BI2, pertanto 15.61 m³/s circa più un'ulteriore aliquota dovuta alla raccolta delle acque di piattaforma. In particolare, il bacino BI2 condivide un'area con il bacino BI3. Ciò è dovuto alla difficoltà oggettiva di associare in modo inequivocabile l'area condivisa ad uno dei due bacini; pertanto, i sottobacini A1 ed A2 sono entrati a far parte, a vantaggio di sicurezza, del bacino BI1.

Una quota parte delle acque scolanti del bacino BI2 vengono raccolte dal canale trapezoidale che corre in destra alla strada interpoderale e dal canale trapezoidale compreso tra i pozzetti "P8" e "P10": resta dunque definito il bacino idrologico E, di livello 2, per il quale è stata adottata una portata di piena proporzionale alla propria area (0.195 m³/s).

Descrizione del sistema di convogliamento acque al di sotto del rilevato della bretella in corrispondenza del fosso Cacchione

Le acque scolanti dai bacini BI1 e BI2 giungono alla vasca di raccolta delle acque di cui al paragrafo 2.4.1.1 mediante:

- il canale di guardia descritto nel Fronte idraulico 1;
- l'esistente tratto di monte del fosso Cacchione;
- il tratto di canalizzazioni trapezoidali che drenano il bacino E.

Al di sotto del canale trapezoidale che parte dal pozzetto "P10" è collocato un collettore Φ 500 mm in cls armato vibrato (CAV), che convoglia le acque dai canali a monte (e quelle provenienti dalla contigua sede stradale) verso la vasca di raccolta di cui sopra attraversando la trincea drenante posta tra i pozzetti "P9" e "P8".

Tale trincea drenante ha lo scopo di intercettare i flussi di acque sotterranee ed evitare l'accumulo all'interno del materiale di rilevato della bretella, che, in questo punto, viene ad impostarsi in un'area morfologicamente depresso.

Le acque raccolte nella vasca saranno direttamente convogliate al tratto di alveo del fosso Cacchione oltre il rilevato della bretella mediante una tubazione in acciaio di diametro Φ 1670 mm. Tale tubazione avrà una pendenza pari a circa il 5%.

Verifica del collettore Φ 1670 mm

La verifica idraulica è stata condotta (mediante la formula di Gauckler-Strickler) per la tubazione in acciaio zincato Φ 1670mm. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento della sezione circolare pari all'80% dell'altezza della sezione stessa.

Per il tipo di tubazione considerato si è assunto un coefficiente di scabrezza (k_s di Strickler) pari a 95m^{1/3}/s.

Nelle verifiche effettuate in progetto la portata di progetto (tratto "Al di sotto del rilevato, alveo del fosso Cacchione": 15.89 m³/s, di cui 0.28 m³/s relativi alle acque di piattaforma) è contenuta nella massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme (25.4 m³/s). La portata di progetto viene smaltita attraverso la tubazione in oggetto con un'altezza di 0.95m.

Verifica dei profili idraulici C e PROFILO DX EST (strada interpoderale)

Le acque provenienti dal bacino E vengono raccolte in parte dal canale trapezoidale che corre sul lato esterno destro della strada interpoderale e in parte dal canale trapezoidale compreso tra i pozzetti "P8" e "P10". Quest'ultimo è preposto anche alla raccolta delle acque di piattaforma (per le quali si è stimata una portata di 0.052 m³/s circa).

Il canale trapezoidale parallelo alla strada interpoderale è caratterizzato da pendenze variabili dal 10% circa (a monte) al 5% circa (in prossimità del pozzetto "P10"; si prevede che esso debba smaltire una portata pari a 0.098 m³/s circa, mentre il successivo tratto di canale dovrà smaltire una portata pari a 0.245 m³/s circa.

La verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun tratto di canale o collettore in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza (k_s di Strickler) pari a 95m^{1/3}/s, mentre per i canali gettati in opera si è adottato un coefficiente di scabrezza pari a 75 m^{1/3}/s.

Nelle verifiche effettuate in progetto ciascuna portata di progetto (tratti "S9-P10" con "profilo dx est" idraulico: 0.098 m³/s, "B25-P9bis": 0.15 m³/s, di cui 0.052 m³/s relativi alle acque di piattaforma, e "P8-P9": 0.247 m³/s, di cui 0.052 m³/s relativi alle acque di piattaforma, aventi profilo idraulico C) è contenuta nella massima portata convogliata in condizioni di moto uniforme (rispettivamente: 0.88 m³/s ; 0.57 m³/s ; 1.04 m³/s).

2.4.2.1.3 Fronte Idraulico 3

Bacino di riferimento e ripartizione delle portate di versante

Per il fronte idraulico n. 3 il bacino di riferimento è BI3. Per questo bacino (superficie pari a 0.23 km² circa) è stata stimata una portata di piena (per un tempo di ritorno pari a 200 anni) pari a 5.95 m³/s circa.

Come anticipato nel paragrafo 2.3.2, il bacino idrografico BI3 è stato suddiviso in quattro sottobacini definiti di secondo livello (bacini idrografici A, B, C, D) e questi ultimi, a loro volta, suddivisi in ulteriori sottobacini definiti di terzo livello. A ciascun sottobacino è stata assegnata una quota parte della portata di piena calcolata per BI3 proporzionale alla propria area.

Fanno eccezione i sottobacini di livello 3 del bacino C, a cui è stata assegnata una portata proporzionale al fronte di recapito. Tale scelta è dovuta alla particolare morfologia del bacino BI3, il cui pendio non mostra impluvi ben definiti, pertanto, la suddivisione è stata

fatta in relazione alla partizione idraulica del fronte di recapito. Anche se le portate assegnate non sono proporzionali alle aree calcolate per i sottobacini di livello 3, si verifica che la somma delle portate di progetto assegnate supera la quota di portata di piena proporzionale all'area del bacino C, ciò a vantaggio di sicurezza.

Per le aree dei bacini fino al livello 3 le portate assegnate si rimanda alla "Relazione idraulica" di progetto.

Descrizione del sistema di canalizzazione del fronte idraulico 3

Il sistema di canalizzazioni del fronte idraulico 3 è stato suddiviso in base alla suddivisione in bacini di livello 2; restano definiti i seguenti tratti di canalizzazioni che afferiscono agli attraversamenti idraulici della bretella:

1. Tratto relativo ai profili idraulici D, E, F e PROFILO SX EST
2. Tratto relativo ai profili G, H ed I
3. Tratto relativo ai profili M ed L

Fanno parte del tratto n.1:

- Il canale rettangolare esterno (CR3) che corre in sinistra della strada interpodereale. Questo scarica le acque di versante raccolte all'interno del pozzetto P11 e da qui, mediante un collettore f800mm in CAV, al pozzetto P12.
- I canali trapezoidali che costituiscono il canale di guardia del versante e che immettono, tramite i pozzetti da P12 a P17, in un collettore f600mm in CAV che convoglia le acque al pozzetto P12. I canali trapezoidali compresi tra i pozzetti P11 e P13 sono preposti a raccogliere anche le acque provenienti dall'attiguo rilevato della bretella (ciò comporta di considerare, per questo tratto, un'ulteriore aliquota di portata).
- Il canale rettangolare (CR1, posizionato oltre le barriere stradali) che raccoglie, a partire dal pozzetto P18, le acque di piattaforma della bretella nel tratto attiguo, scaricandole via via nei pozzetti da P13 a P18.

Le acque raccolte convergono tutte verso il pozzetto P12 che ospita la testata di monte del collettore f1000mm che costituisce il primo attraversamento idraulico della bretella.

Fanno parte del tratto n. 2:

- Il canale trapezoidale compreso tra i pozzetti P19 e P21 che costituisce parte del canale di guardia del versante.
- Il manufatto in calcestruzzo (canale rettangolare) compreso tra il pozzetto P21 e la sezione B42 (circa) che costituisce parte del canale di guardia del versante. Tale canale è preposto alla raccolta delle acque provenienti dal canale trapezoidale e dalla piattaforma stradale ad esso contigua.
- Il manufatto un calcestruzzo (canale rettangolare) compreso tra la sezione B42 (circa) e la sezione B50 (circa) che costituisce parte del canale di guardia del

versante ed è preposto a raccogliere, tramite caditoie, le acque provenienti dalla piattaforma stradale. In particolare questo tratto di canalizzazione risulta essere simmetrico rispetto al pozzetto P23, per cui in seguito verrà verificato solo il tratto compreso tra la sezione B42 (circa) ed il pozzetto P23.

In particolare, le acque raccolte nel settore compreso tra il pozzetto P19 e la sezione B42 (circa) confluiscono tutte al pozzetto P22 che ospita la testa di monte del collettore $\Phi 1000$ mm che costituisce il secondo attraversamento idraulico trasversale della bretella. Le acque raccolte nel settore compreso tra la sezione B42 (circa) e la sezione B50 (circa) confluiscono nel pozzetto P23 che ospita la testata di monte del collettore f1000mm che costituisce il terzo attraversamento idraulico della bretella.

Fanno parte del tratto n. 3:

- Il canale rettangolare (CR2) compreso tra la sezione B50 (circa) ed il pozzetto esistente in corrispondenza della sezione B60 che costituisce il canale di guardia del versante.
- La cunetta alla francese compresa tra la sezione B50 (circa) ed il pozzetto P28bis. Questa raccoglie le acque di piattaforma, scaricandole via via nei pozzetti da P24 a P28bis dove è alloggiato un collettore $\Phi 300$ mm in CAV che convoglia le acque al pozzetto P28bis e da qui al canale rettangolare menzionato al punto precedente.

Le acque raccolte nel pozzetto esistente vengono scaricate all'interno del collettore esistente $\Phi 800$ mm che costituisce il quarto attraversamento idraulico della bretella.

Verifica di collettori e canali

La verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun tratto di canale o collettore indipendente in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza (k_s di Strickler) pari a $95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, mentre per i canali gettati in opera si è adottato un coefficiente di scabrezza pari a $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

La verifica è stata eseguita sempre sui tratti indipendenti maggiormente critici e cioè quelli a minore pendenza e minore sezione di deflusso. In particolare, per la verifica dei singoli tratti indipendenti si sono assegnate portate proporzionali al tratto indagato. Per i canali ad altezza variabile è stata calcolata un'altezza media della sezione nel tratto verificato.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica dei tratti n. 1, 2 e 3.

Tabella 2-5: tabella di verifica del fronte idraulico n. 3 – Tratto n. 1. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma; (*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
PROFILO SX EST.	S10-P11	CR3	3,1	1,06
D	PI 1-PI 2	CT	0,51	0,0087 (*)
D	B30-P13	CT	0,91	0,0174 (*)
E	B31-B32	CT	0,72	0,1205
E	B32-B33	CT	0,414	0,1025
F	B36-B37	CT	0,64	0,1025
F	B37-P21	CT	0,48	0,1025
D	P13-P14	CRI	0,1	0,015 (*)
D	P14-P15	CRI	0,1	0,015 (*)
D	P15-P16	CRI	0,1	0,01 (*)
D	P16-P18	CRI	0,1	0,012 (*)
D	P13-P18	cp600mm	0,524	0,462 (0.052)
D	PI 1-PI 2	cp800mm	3,04	1,06

Tabella 2-6: tabella di verifica del fronte idraulico n. 3 – Tratto n. 2. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma; (*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
G	B35-B37	CT	0,37	0,14
G	P21-P22	CT	0,62	0,07
H	P21-P22	MC1	1,13	1,1 (0.06)
H	B42-P22	MC1	1,15	0.059 (0.011)
H	P19-P20	CF1	0,05	0,014 (*)
H	P20-P21	CF1	0,05	0,02 (*)
H	B36-P20	cp400mm	0,35	0.152 (0.012)
I	B42-B44	MC1	0,696	0,395 (0.015)
I	B44-B45	MC1	0,89	0,788 (0.01)
I	B45-P23	MC2	1,2	1,06 (0.011)

Tabella 2-7: Tabella di verifica del fronte idraulico n. 3 – Tratto n. 3. Sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma; (*) la portata di progetto indicata è ascrivibile alle acque di piattaforma

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	TIPOLOGIA	Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
M	B50-B51	CR2	1,3	1,11
M	B59-B60	CR2	3,7	1,22 (0.11)
L	B50-P24	CF1	0,03	0,016 (*)
L	P24-P25	CF1	0,04	0,016 (*)
L	P25-P27	CF1	0,04	0,014 (*)
L	P27-P28	CF1	0,04	0,013 (*)
L	P28-P28bis	CF1	0,04	0,018 (*)
L	B55-B56	cp300mm	0,1	0,077 (*)

2.4.2.1.4 Attraversamenti

Descrizione degli attraversamenti

Le acque dei versanti, raccolte dai canali di guardia, sono convogliate a valle del rilevato della bretella attraverso quattro attraversamenti, di cui tre appartengono al sistema di regimazione delle acque in progetto, il quarto è esistente.

Tali attraversamenti trasversali sono costituiti da tubazioni $\Phi 1000$ mm in CAV. Si ricorda che gli attraversamenti convogliano al di là della bretella non solo le acque di versante, ma anche le acque di piattaforma.

Il primo attraversamento parte dal pozzetto P12 e, dopo aver attraversato il rilevato con una pendenza del 3.43%, passa sotto la strada interpodereale per poi seguire il tracciato dell'esistente canale rettangolare che immette nel fosso Cacchione e di cui è prevista la demolizione. La pendenza minima richiesta è dell'1%. La portata di progetto per la quale è stato dimensionato questo collettore è pari alla somma della portata proveniente dal bacino A e di quella relativa a circa 170 m di piattaforma stradale.

Il secondo attraversamento parte dal pozzetto P22 e, dopo aver superato il rilevato della bretella con una pendenza di oltre il 15%, si congiunge con il canale esistente in corrispondenza del sottopasso del viadotto Marinella. Il canale esistente sarà oggetto di sistemazione idraulica e adeguamento al nuovo sistema di regimazione delle acque. La portata di progetto per la quale è stato dimensionato questo collettore è pari alla somma della portata proveniente dal bacino B e di quella relativa a circa 163 m di piattaforma stradale.

Il terzo attraversamento parte dal pozzetto P23 e, similmente al secondo, si immette sul canale esistente in destra del viadotto Marinella opportunamente sistemato. La portata di progetto per la quale è stato dimensionato questo collettore è pari alla somma della portata proveniente dal bacino C e di quella relativa a circa 162 m di piattaforma stradale.

Per ulteriori informazioni sulle caratteristiche geometriche degli attraversamenti trasversali in progetto si faccia riferimento alle planimetrie e ai profili idraulici di progetto.

Verifica dei collettori

La verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun collettore in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza (k_s di Strickler) pari a $95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Nella tabella seguente sono riportati i dati relativi alla verifica idraulica dei profili idraulici X1, X2 ed X3.

Tabella 2-8: tabella di verifica degli attraversamenti trasversali alla bretella in progetto (sono segnate tra parentesi le aliquote relative alle acque di piattaforma)

PROFILO IDRAULICO	TRATTO VERIFICATO	Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
X1	P37-P38	2,9	1,802 (0.1)
X2	P30-P31	11,5	1.185 (0.095)
X3	P29-P29bis	2,9	2.142 (0.094)

2.4.2.1.5 Ulteriori verifiche idrauliche (acque di piattaforma)

Nel seguito vengono riportate le verifiche idrauliche effettuate in progetto dei restanti tratti di canalizzazioni e collettori del sistema di regimazione idraulica in progetto relativi alle sole acque di piattaforma.

Per ciascun profilo idraulico, come in precedenza, la verifica idraulica è stata effettuata mediante la formula di Gauckler-Strickler per ciascun tratto di canale o collettore in corrispondenza del tratto (o tratti) a minore pendenza. Si è imposta, in fase di progettazione, un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza della sezione stessa. Per i collettori in CAV si è assunto un coefficiente di scabrezza (k_s di Strickler) pari a $95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, mentre per i canali gettati in opera si è adottato un coefficiente di scabrezza pari a $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Per ogni profilo idraulico, con riferimento alle tavole idrauliche di progetto, nella "Relazione idraulica" del progetto è riportata una tabella di sintesi delle verifiche effettuate, a cui si rimanda.

2.4.2.1.6 Variazioni nelle portate smaltite ai punti di recapito a seguito della realizzazione delle opere in progetto

Con riferimento alle variazioni delle portate immesse ai tre punti di recapito esistenti, in Figura 2-2 viene riportato uno schema di confronto tra l'estensione dei fronti di raccolta delle acque di versante relativo ai tre punti di recapito esistenti (fosso Cacchione, Pozzetto F.F.S.S. e Pozzetto Autostrade). L'estensione e i limiti dei fronti sono riportati in rosso per lo stato attuale e in verde per lo stato post operam. Come è possibile osservare, le opere in progetto variano l'estensione dei fronti di competenza di ciascun recapito. Nella stessa figura sono riportate le aree relative alle porzioni di superficie della futura bretella le cui acque di piattaforma saranno indirizzate ai diversi recapiti (in blu l'area di competenza del fosso Cacchione, in magenta per il Pozzetto F.F.S.S. e arancio per il Pozzetto Autostrade). Lungo i versanti, infine, sono indicate le aree le cui acque saranno indirizzate a recapiti diversi (il colore è relativo al nuovo recapito).

Per ciascun recapito è stato stimato in progetto (cfr.: Relazione idraulica) l'aumento di portata dovuto all'immissione delle acque di piattaforma della bretella in progetto (con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni) e delle acque di versante convogliate secondo lo schema idraulico relativo alle opere in progetto (con riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni).

In sono riportate le stime effettuate ed i valori di portata di progetto da sommarsi alle portate attualmente scaricate ai diversi recapiti.

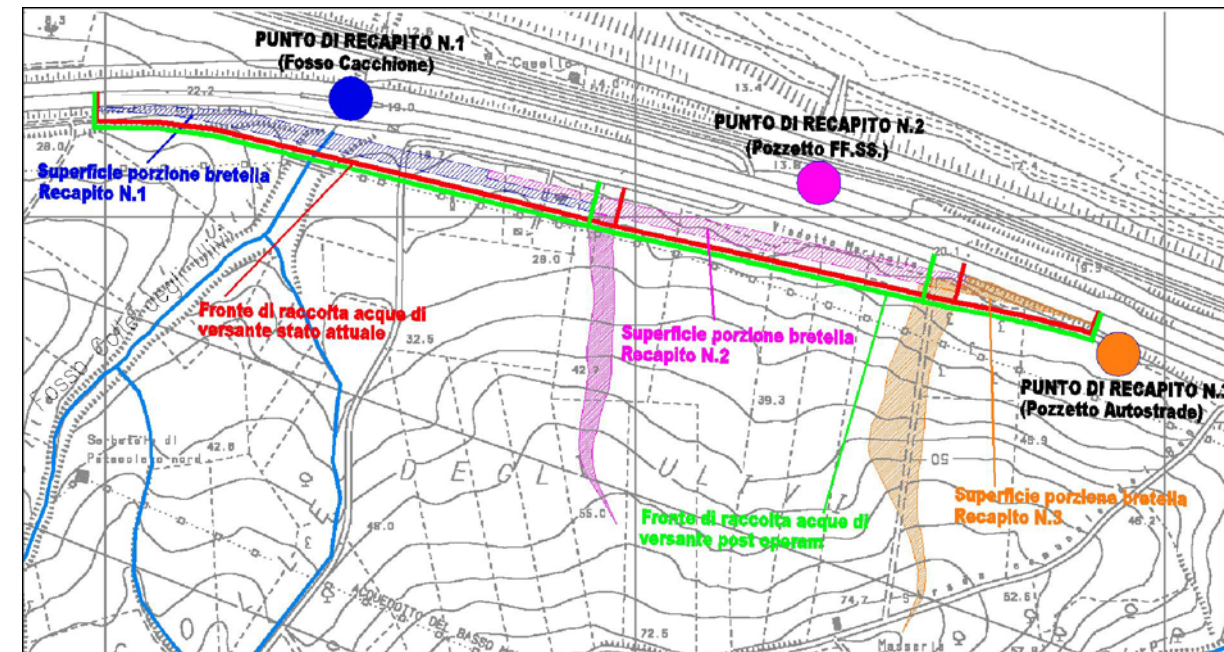


Figura 2-2: Individuazione dei punti di recapito e dei bacini ad essi afferenti in condizioni attuali

Tabella 2-9: Stima degli incrementi di portata ai punti di recapito esistenti a seguito della realizzazione delle opere in progetto

PUNTO DI RECAPITO	PORTATA DI PROGETTO-ACQUE DI PIATTAFORMA	VARIAZIONE DI PORTATA - ACQUE DI VERSANTE	TOTALE
Fosso Cacchione	+0.388 m ³ /s	-0.1 m ³ /s	+0.288 m ³ /s
Pozzetto F.F.S.S.	0.43 m ³ /s	+0.1 m ³ /s -0.236 m ³ /s	+0.294 m ³ /s
Pozzetto Autostrade	0.08 m ³ /s	+0.236 m ³ /s	+0.316 m ³ /s

In Tabella 2-10 sono riportati i valori delle portate di versante afferenti ai punti di recapito esistenti relative al fronte indicato in Figura 2-2 e ad un tempo di ritorno di 200 anni).

Come è possibile osservare, gli incrementi di portata di progetto ai recapiti esistenti sono minimi e pari a circa il 2% per il recapito del fosso Cacchione, circa l'8% per il Pozzetto F.F.S.S. e circa il 18% per il Pozzetto Autostrade.

Tabella 2-10: Stima delle portate di versante (con riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni) afferenti ai punti di recapito esistenti

PUNTO DI RECAPITO	PORTATA - ACQUE DI VERSANTE
Fosso Cacchione	15.39 m ³ /s
Pozzetto F.F.S.S.	3.72 m ³ /s
Pozzetto Autostrade	1.76 m ³ /s

Nella Relazione idraulica del progetto è prevista la necessità di provvedere periodicamente alla manutenzione dei canali e delle opere idrauliche dell'area, al fine di evitare allagamenti tipo quello documentato in corrispondenza dell'attuale sottopasso autostradale della strada interpodereale in occasione di piogge intense. Tale aspetto delle manutenzioni sarà previsto del "Piano di manutenzione dell'opera" nella fase di progetto esecutivo.

2.4.2.2 Interferenze con il livello di qualità dei corsi d'acqua attraversati

La bretella in progetto attraversa il fosso Cacchione (o fosso degli Ulivi), per il quale è stato necessario progettare nuovi sistemi idraulici di smaltimento delle acque nel fosso. Nello specifico, è stata prevista una vasca di raccolta acque a monte del rilevato della nuova bretella che permette di collettare le acque all'interno di un tubo di acciaio liscio al di

sotto del rilevato e di sversarle, a valle del rilevato stesso, nuovamente nella sede esistente del fosso Cacchione.

L'analisi dello stato attuale (paragrafo 2.3.4) ha evidenziato livelli di qualità del fosso Cacchione non buoni, connessi non tanto dalla presenza delle infrastrutture, quanto probabilmente dal contesto agricolo da questo attraversato: infatti, i livelli di qualità dei rilievi svolti a monte dell'Autostrada A14 e quindi delle altre infrastrutture presenti (Ferrovia Adriatica e S.S.16) sono risultati praticamente gli stessi di quelli dei rilievi svolti a valle di ciascuna infrastruttura suddetta.

Essendo la bretella in progetto utilizzata soltanto durante i periodi in cui saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria sull'autostrada A14 esistente, a causa del periodico riattivarsi del movimento franoso, non si hanno variazioni di traffico e quindi dell'attuale fattore di pressione da questo potenzialmente causato. Ciò implica che in fase di esercizio lo stato attuale di qualità del fosso Cacchione risulti inalterato.

In fase di cantiere, le operazioni previste per il fosso Cacchione presentano una durata limitata e, di conseguenza, il potenziale impatto risulterebbe reversibile, a breve termine e mitigabile mediante la corretta gestione ambientale delle fasi realizzative previste per la costruzione delle opere che interessano il fosso e quindi l'adempimento degli oneri di legge previsti dalla normativa vigente in materia, come normalmente richiesto nel Capitolato Speciali di Appalto predisposto in fase di progettazione esecutiva.

2.5 CONCLUSIONI

Il sistema di regimazione delle acque del progetto della nuova bretella ha lo scopo di rendere la bretella "trasparente" ai normali deflussi delle acque superficiali (ma anche sotterranee) creando una linea di intercettazione delle acque di versante (costituita da un sistema di canali di guardia a sezione rettangolare o trapezoidale) che raccoglie e convoglia queste ultime oltre la bretella (assieme alle acque di piattaforma) mediante opere idrauliche di attraversamento della stessa verso i 3 recapiti esistenti: fosso Cacchione; tombino in sinistra del viadotto Marinella dell'A14 al Km 462+950 circa, tombino in destra dell'autostrada al km 463+240 circa. In tal modo, verrà evitato l'accumulo di acqua a monte del rilevato autostradale della bretella.

Nello specifico, sono stati progettati n. 3 attraversamenti trasversali rispetto alla bretella costituiti da collettori ubicati alle seguenti progressive: Km 0+640 circa, Km 0+920 circa e Km 1+030 circa. Inoltre, in corrispondenza del fosso Cacchione è stata progettata una vasca di raccolta acque ubicata a monte del futuro rilevato della bretella. Tale vasca permetterà il collettamento delle acque in un tubo di acciaio liscio passante al di sotto del rilevato ed il loro convogliamento nuovamente nella sede esistente del fosso Cacchione a valle del rilevato stesso.

Nel progetto è, inoltre, prevista la sistemazione idraulica dei tratti di canalizzazione esistenti che, in destra del viadotto Marinella dell'A14, convogliano le acque superficiali verso l'attuale sottopasso della strada interpodereale e da qui verso il tombino in sinistra del viadotto stesso e, infine, alla costa. La necessità di tale adeguamento è determinata dal fine di poter sfruttare a pieno le potenzialità dei recapiti finali.

Dal punto di vista del dimensionamento e delle verifiche idrauliche delle opere, si sono dapprima calcolate le portate di piena in base alle aree dei bacini idrologici principali coinvolti e ad un tempo di ritorno di 200 anni, come dal Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale del fiume Biferno e minori dell'Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore. Alle portate di piena sono state poi cautelativamente sommate quelle calcolate per le acque di piattaforma (nella realtà, infatti, la contemporaneità delle portate non si realizza, essendo quelle relative alle acque di piattaforma caratterizzate da un tempo di corrivazione minore). Per stabilire le pendenze da adottare in ciascun tratto del sistema di regimazione delle acque (canalizzazioni e collettamenti), in particolare, si sono appositamente calcolati i profili idraulici e in fase di verifica idraulica si sono cautelativamente considerati i tratti a minore pendenza.

In fase di verifica progettuale si è quindi imposta un'altezza massima di riempimento delle sezioni di progetto pari all'80% dell'altezza delle sezioni stesse.

I risultati ottenuti evidenziano che le portate di progetto calcolate con le assunzioni cautelative adottate in progetto e sopra descritte sono risultate inferiori alle massime portate convogliate in condizioni di moto uniforme per le sezioni di progetto, per cui le verifiche idrauliche sono risultate soddisfatte.

In progetto sono state, inoltre, verificate le variazioni delle portate immesse ai tre punti di recapito esistenti ed è emerso che gli incrementi di portata di progetto ai recapiti esistenti possono ritenersi minimi.

Dal punto di vista della qualità ambientale del corso d'acqua attraversato (fosso Cacchione o fosso degli Ulivi), l'analisi dello stato attuale ha evidenziato livelli di qualità del fosso Cacchione non buoni, connessi non tanto dalla presenza delle infrastrutture, quanto probabilmente dal contesto agricolo da questo attraversato. Essendo la bretella in progetto utilizzata soltanto durante i periodi in cui saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria sull'autostrada A14 esistente, a causa del periodico riattivarsi del movimento franoso, non si hanno variazioni di traffico e quindi dell'attuale fattore di pressione da questo potenzialmente causato. Ciò implica che in fase di esercizio lo stato attuale di qualità, comunque non buono, del fosso Cacchione risulti inalterato. In fase di cantiere, le operazioni previste per il fosso Cacchione presentano una durata limitata e, di conseguenza, il potenziale impatto risulterebbe reversibile, a breve termine e mitigabile mediante la corretta gestione ambientale delle fasi realizzative previste per la costruzione delle opere che interessano il fosso e quindi l'adempimento degli oneri di legge previsti dalla normativa vigente in materia, come normalmente richiesto nel Capitolato Speciale di Appalto predisposto in fase di progettazione esecutiva.

3 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 PREMESSA

Il progetto di realizzazione della nuova bretella dell'Autostrada A14 "Bologna-Bari-Taranto" in località Petacciato nel tratto compreso tra le progressive autostradali Km 461+938 e Km463+576 si rende necessario a causa del periodico riattivarsi del movimento franoso che si estende dall'abitato di Petacciato fino oltre la linea di costa; tale movimento franoso interessa più marcatamente il tratto compreso tra il Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione) e il Fosso della Torre e coinvolge il corpo autostradale esistente in corrispondenza dei viadotti Cacchione (situato tra le progressive Km 462+446 e Km 462+521) e Marinella (situato tra le progressive Km 462+761 e Km 463+090).

Nell'ambito dello studio della presente componente ambientale si affronta, in particolare, questo tema, prima descrivendo le condizioni attuali dell'area e successivamente il rapporto tra queste e la nuova bretella in progetto.

Per motivi espositivi, l'idrogeologia è trattata nella componente Sottosuolo.

3.2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

- DLgs 152/06 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".
- DPCM 27/12/88 "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n°349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n°377".
- Legge 18 maggio 1989, n. 183, Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- DD. LL. 11 giugno 1998, n. 180, Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania.
- Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, Comitato Istituzionale, Seduta del 29 Settembre 2006, Deliberazione n° 103.
- Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione. Allegato 1 delle Norme di Attuazione (assetto idraulico e assetto di versante) del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il Bacino Regionale del Fiume Biferno e Minori.
- D.M. 11.03.1988 e s.m.i. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 "Norme tecniche per terreni e fondazioni – Istruzioni applicative".
- Raccomandazioni AICAP (1993).
- USS Steel Sheet Piling Design Manual, February 1974.
- British Steel Corporation, Piling Handbook 1981.
- Decreto Ministeriale del 14 febbraio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.

- Carrara et al. (1983) "A multivariate model for landslide hazard evaluation" *Mathematical Geology*, v.15, 403-426.
- Gori U., Mezzabotta M. (1995) "Sul cinematiso della frana costiera dell'abitato di Petacciato (CN)" 1° Convegno Gruppo Nazionale Geol. Appl., La Città Fragile in Italia, Gardini Naxos (ME).
- Guerricchio A., Melidoro G., Simeone V. (1994) "Le grandi frane di Petacciato sul versante costiero Adriatico (Molise)" *Atti 77° Congresso Soc. Geol. It. Di Bari, Mem. Soc. It., LI, Roma, 607-632.*
- Guerricchio A., Melidoro G. (1996) "Deformazioni gravitative dei versanti costieri di Vasto (Abruzzi)" *Convegno Internazionale, La Prevenzione delle Catastrofi Idrogeologiche: il Contributo della Ricerca Scientifica, 369-381.*
- Melidoro G., Mezzabotta M. (1996) "Monitoraggio ultrasecolare delle deformazioni gravitative costiere adriatiche" *Convegno Internazionale, La Prevenzione delle Catastrofi Idrogeologiche: il Contributo della Ricerca Scientifica, 343-356.*
- Varnes, D. J. (1978) "Slope movement types and processes" In: *Landslide Analysis and Control: In Schuster, R. L., Krizak, eds. Transportation Research Board Special Report No. 176, National Academy of Sciences, Washington, D. C., P. 11-33.*

3.3 SOTTOSUOLO

3.3.1 Caratterizzazione dello stato attuale

3.3.1.1 Geologia e situazione tettonico – strutturale

Le caratteristiche geologiche dell'area sono largamente condizionate dalle conseguenze del sollevamento orogenetico dell'edificio sud-appenninico, con la definizione di elementi strutturali allungati in direzione NO-SE.

Se si considera il territorio compreso fra l'Abruzzo e le Puglie, si possono schematicamente distinguere tre grandi zone a differente assetto strutturale:

- una zona di sollevamento orogenetico vera e propria ("Appennino Calcereo"), caratterizzata da scaglie tettoniche a vergenza orientale; si tratta della dorsale appenninica in senso stretto rappresentata in questa regione dai complessi montuosi della Maiella, del Morrone e della Porrata;
- una zona a tettonica distensiva ad oriente della precedente, rappresentata dal tavolato calcareo pugliese, con uno stile tettonico a faglie dirette ("horst e graben");
- una zona intermedia, che consiste sostanzialmente in una depressione tettonica caratterizzata da una forte subsidenza e da una complessa evoluzione, riempita da unità sedimentarie terrigene di età prevalentemente pliocenica-pleistocenica.

In quest'ultima zona, dove è ubicata l'area in esame, sono riconoscibili due diversi bacini, separati fra loro da un alto strutturale: a Nord il bacino di Pescara, con un asse orientato NO-SE e a Sud il bacino molisano, con asse N-NO/S-SE.

Il primo si sviluppa nel Pliocene Inferiore, in concomitanza con la fase parossistica dell'orogenesi appenninica; con il passare del tempo si verifica una rotazione del suo asse ed il suo progressivo riempimento, mentre comincia a svilupparsi la fossa molisana, interessata dall'accumulo di grossi depositi di sedimenti terrigeni torbiditici. E' in questo periodo (Pliocene medio e superiore) che si verifica anche una imponente traslazione tettonica gravitativa dei sedimenti accumulati nella fossa da SO verso NE, come conseguenza del sollevamento appenninico e dei relativi scivolamenti innescati (colata gravitativa dell'Aventino-Sangro).

Nel Quaternario, il prodursi di un'ulteriore serie di faglie dirette con orientamento N-S o NO-SE origina nuove depressioni tettoniche; la forte subsidenza, caratteristica di queste fosse, permette l'accumulo di una notevole quantità di sedimenti, che sono prevalentemente di età pleistocenica.

Nella Figura 3-1 è riportato lo schema neotettonico dell'area; si può osservare come la zona in frana sia delimitata a Sud da una linea di sovrascorrimento con direzione approssimativa N-S e con vergenza NE. Questa linea divide una zona più meridionale, caratterizzata da faglie normali con modesti rigetti sia negativi sia positivi per ragioni di equilibrio isostatico, da una zona più settentrionale con abbassamenti più consistenti e recenti, seguiti da sollevamenti che hanno portato le formazioni di deposito marino, d'ambiente litorale, del periodo Calabriano, agli attuali 200 metri d'altezza circa sul livello del mare.

Oggi, le varie unità litostratigrafiche affioranti, descritte al successivo paragrafo, si presentano con assetto monoclinale e giacitura suborizzontale o immergente verso N e NE, con inclinazione variabile e direzione obliqua alla linea di costa.

Le deformazioni tettoniche più recenti sono dovute all'azione di faglie principali normali o inverse, con un andamento da S a N passante a SSO-NNE e da faglie secondarie normali; in particolare è degna di nota la principale di queste dislocazioni, all'incirca coincidente con il percorso del torrente Tecchio, che delimita l'area storica della frana di Petacciato verso Ovest.

Questo sistema di dislocazioni recenti è responsabile, fra l'altro, dell'attività sismica che colpisce periodicamente le coste adriatiche.

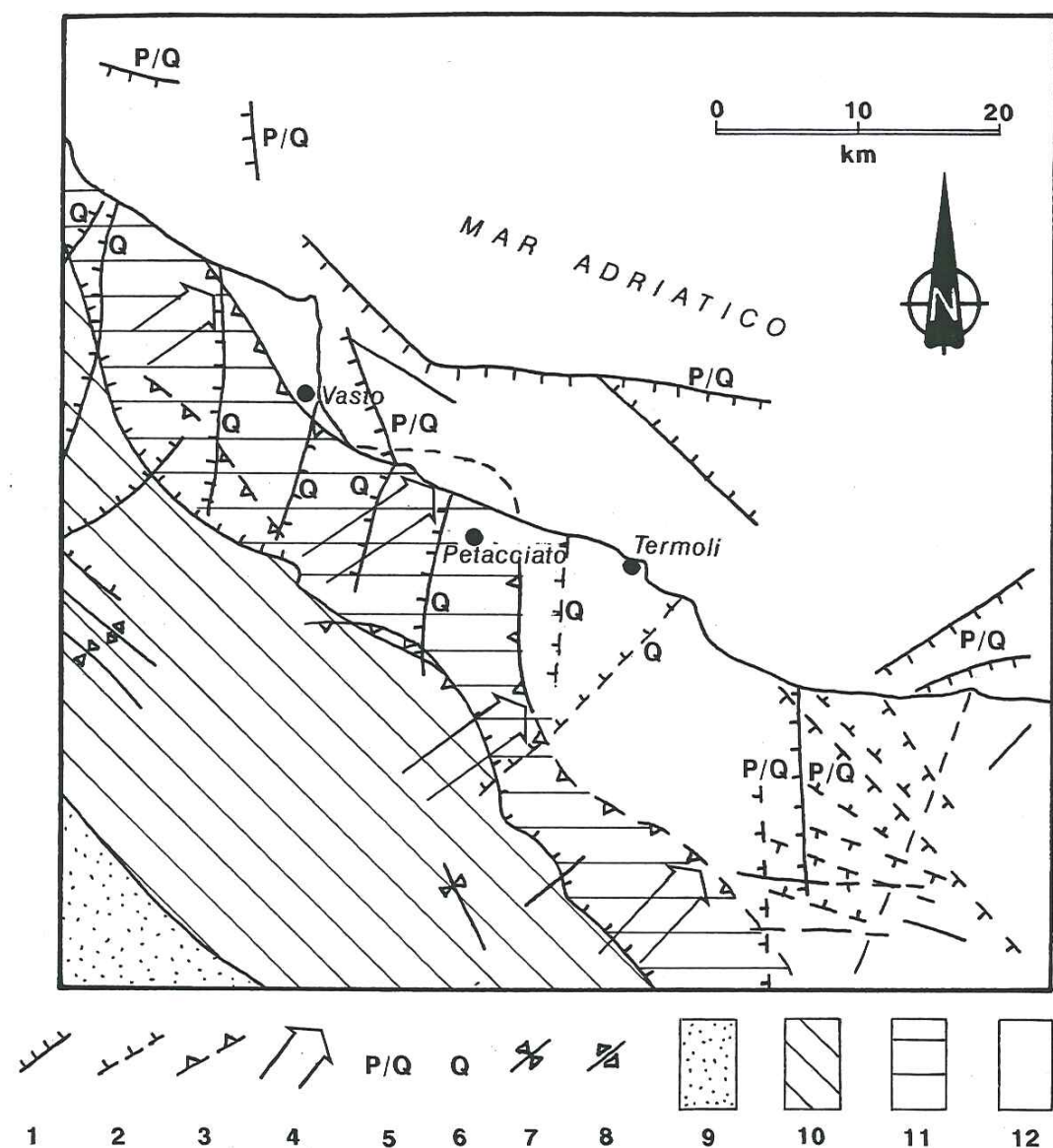
È, inoltre, possibile osservare una certa correlazione geografica fra le zone maggiormente colpite da fenomeni tettonici recenti e le principali aree in frana della costa adriatica; nell'individuazione dei fattori che determinano l'instabilità del pendio su cui sorge l'abitato di Petacciato, si deve quindi tener adeguato conto del ruolo giocato dalle caratteristiche tettoniche della regione.

All'origine delle precarie condizioni di stabilità dell'area in esame si riconoscono i recenti fenomeni tettonici cui si è fatto riferimento sopra.

A sostegno di questa tesi, si noti in particolare l'esistenza di un alto strutturale, quello su cui sorge Petacciato, attraversato da faglie in direzione N-S, coincidenti circa con quella degli impluvi e dell'asse della frana. Il legame tra struttura tettonica e fenomeni

geomorfologici non rappresenta un caso isolato e relativo alla sola zona in esame, ma si osserva stabilmente lungo tutta la costa adriatica nel tratto fra Pesaro e Termoli.

Un secondo elemento degno di nota è rappresentato dalla giacitura monoclinale delle varie unità litostratigrafiche, che immergono di norma verso ENE, con una certa obliquità rispetto alla linea di costa; l'inclinazione è debole e costante, come confermato dalle indagini geognostiche, e questo elemento ha sicuramente influenzato la direttrice del movimento franoso.



1. FAGLIE NORMALI - 2. FAGLIE NORMALI PRESUNTE - 3. SOVRASCORRIMENTI -
4. VERGENZA DEL SOVRASCORRIMENTO - 5. ETA' PLIOCENICA E QUATERNARIA
DELLE FAGLIE - 6. ETA' QUATERNARIA DELLE FAGLIE - 7. ASSE DI SINCLINALE -
8. ASSE DI ANTICLINALE - 9. AREE IN INNALZAMENTO NEL PLIOCENE E NEL
QUATERNARIO - 10. AREE A GENERALE INNALZAMENTO FINO AL TARDO PLIOCENE
E INIZIO PLEISTOCENE - 11. AREE IN ABBASSAMENTO FINO ALL'INIZIO DEL
PLIOCENE SEGUITO DA INTENSO SOLLEVAMENTO FINO AL MEDIO PLIOCENE ED
A MODERATA DEFORMAZIONE - 12. ABBASSAMENTO FINO ALL'INIZIO PLEISTOCENE
E INNALZAMENTO NEL PLEISTOCENE INFERIORE

Figura 3-1: Schema neotettonico (da Neotectonic map of Italy, 1983)

3.3.1.2 Caratteri litostratigrafici

L'attuale assetto lito-stratigrafico dell'area si può considerare suddivisibile in zone orientate approssimativamente in forma parallela alla costa. La Figura 3-2 riporta uno schema semplificato, che descrive sinteticamente l'attuale distribuzione di tali elementi.

Dall'interno verso il mare si possono distinguere tre zone:

- una prima zona con formazioni carbonatiche e terrigene di età precedente al piano Messiniano del Miocene, che costituiscono la dorsale appenninica in senso stretto;
- una seconda area con unità litostratigrafiche più recenti, a composizione prevalentemente terrigena, rappresentate in massima parte dai depositi alloctoni della colata gravitativa dell'Aventino Sangro (appennino esterno);
- una terza zona lungo la costa, rappresentata dalle unità litostratigrafiche costituite dai sedimenti che hanno riempito la fossa abruzzese-molisana, nel Pliocene e nel Quaternario.

Nella Figura 3-3è visibile una correlazione stratigrafica a grande scala dei termini litologici più recenti sulla base delle stratigrafie di alcuni pozzi per idrocarburi perforati da AGIP e Montedison negli ultimi decenni, la quale spiega in dettaglio i rapporti stratigrafici fra le varie unità e definisce i loro spessori. In particolare, nella Figura 3-4è osservabile uno schema relativo ai depositi pleistocenici, da cui si evince che, nell'area in oggetto, i loro spessori sono compresi fra i 250 m e 500 m.

Ne consegue che i litotipi interessati al fenomeno franoso in oggetto appartengono esclusivamente a successioni pleistoceniche o oloceniche.

Litologicamente, questi termini sono rappresentati da argille e subordinatamente da sabbie o ghiaie; l'accumulo dei sedimenti pleistocenici ha riempito costantemente la depressione che si andava formando per ragioni tettoniche. Le argille derivano dall'erosione e dal rideposito degli stessi termini litologici più antichi già presenti in zona (Argille del Pliocene); i termini sabbiosi sono connessi alle ultime fasi della regressione marina, prima della definitiva emersione dalle acque, e in parte ai depositi deltizi dei corsi d'acqua che scorrevano sull'adiacente terraferma.

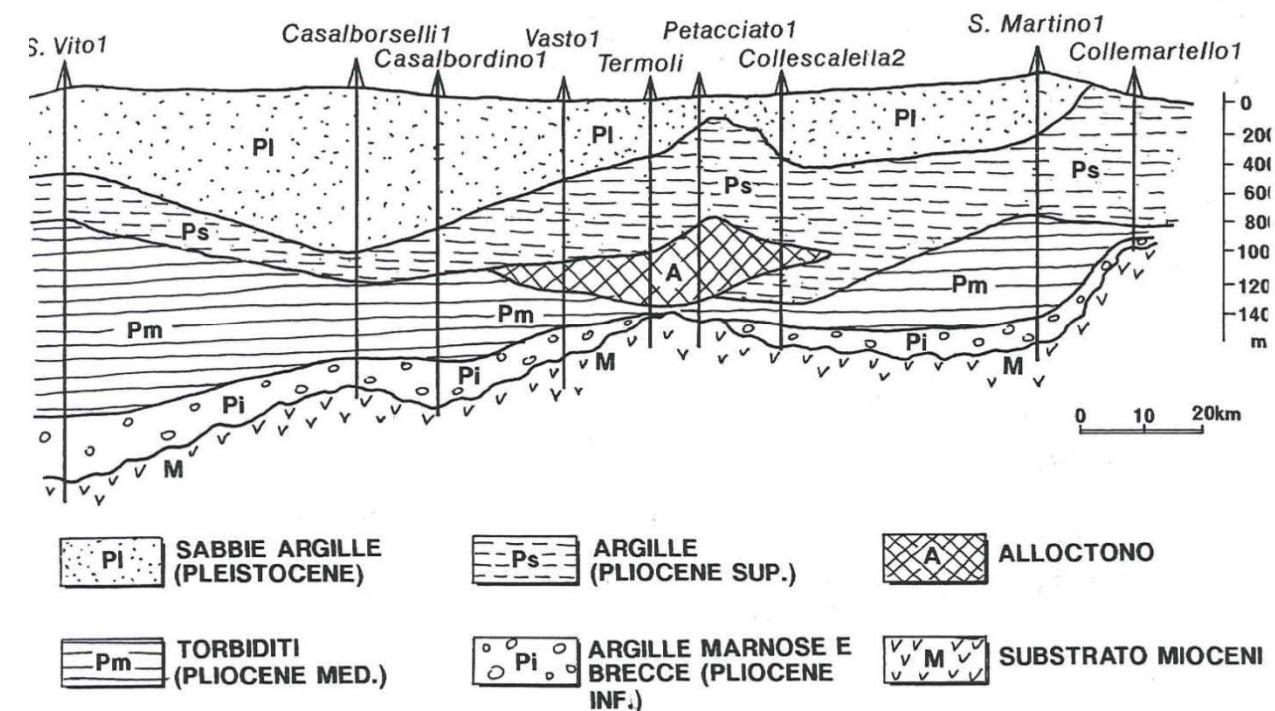
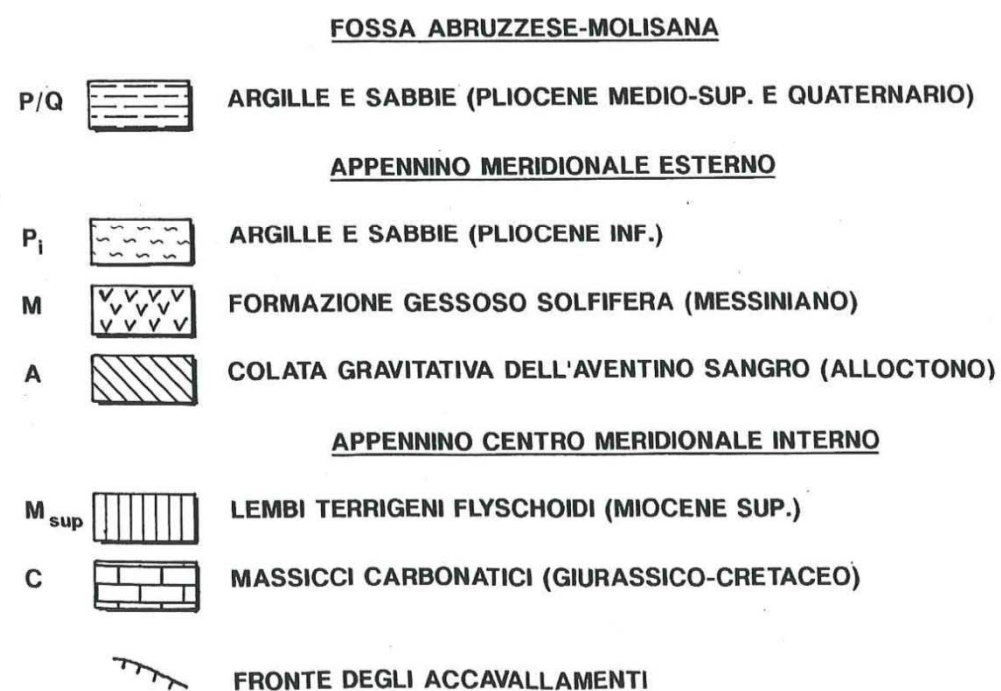
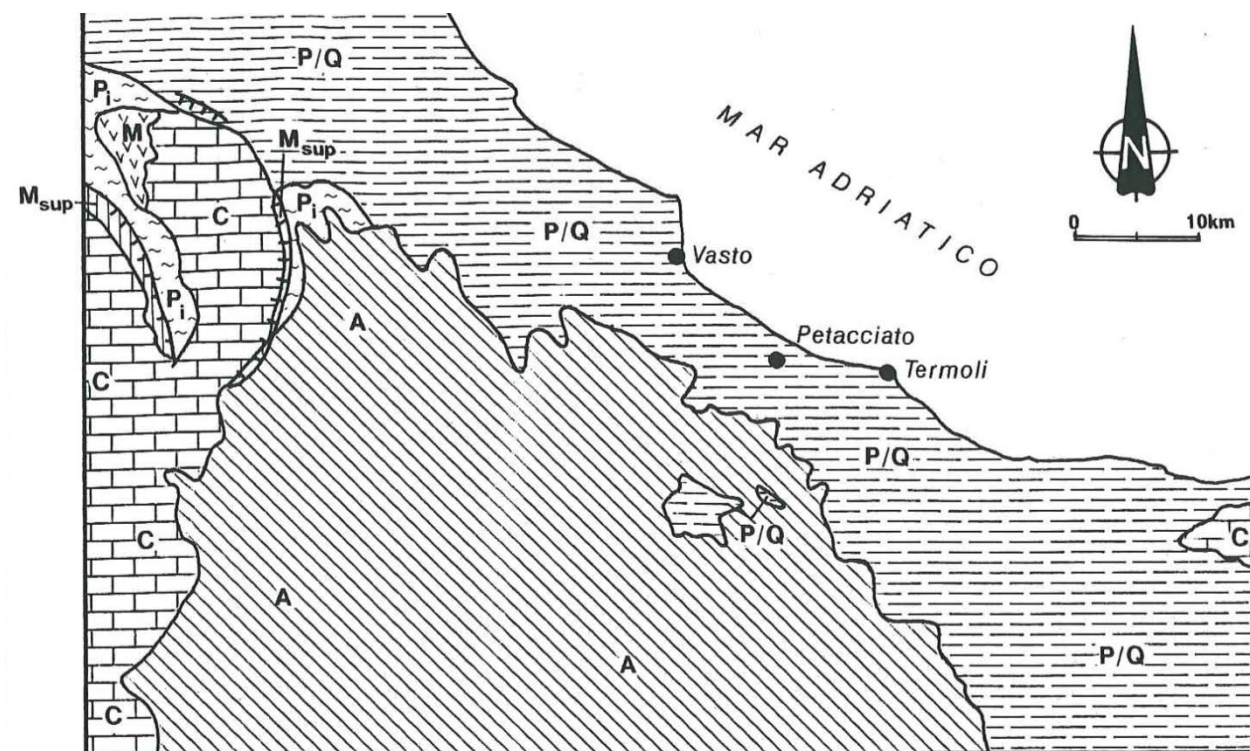


Figura 3-3: Sezione geologico-strutturale schematica

(da stratigrafie pozzi AGIP – da Casnedi R., Crescenti V., D'Amato C., Mostardini F., Rossi V., 1981-modificato)

Figura 3-2: Schema geologico semplificato

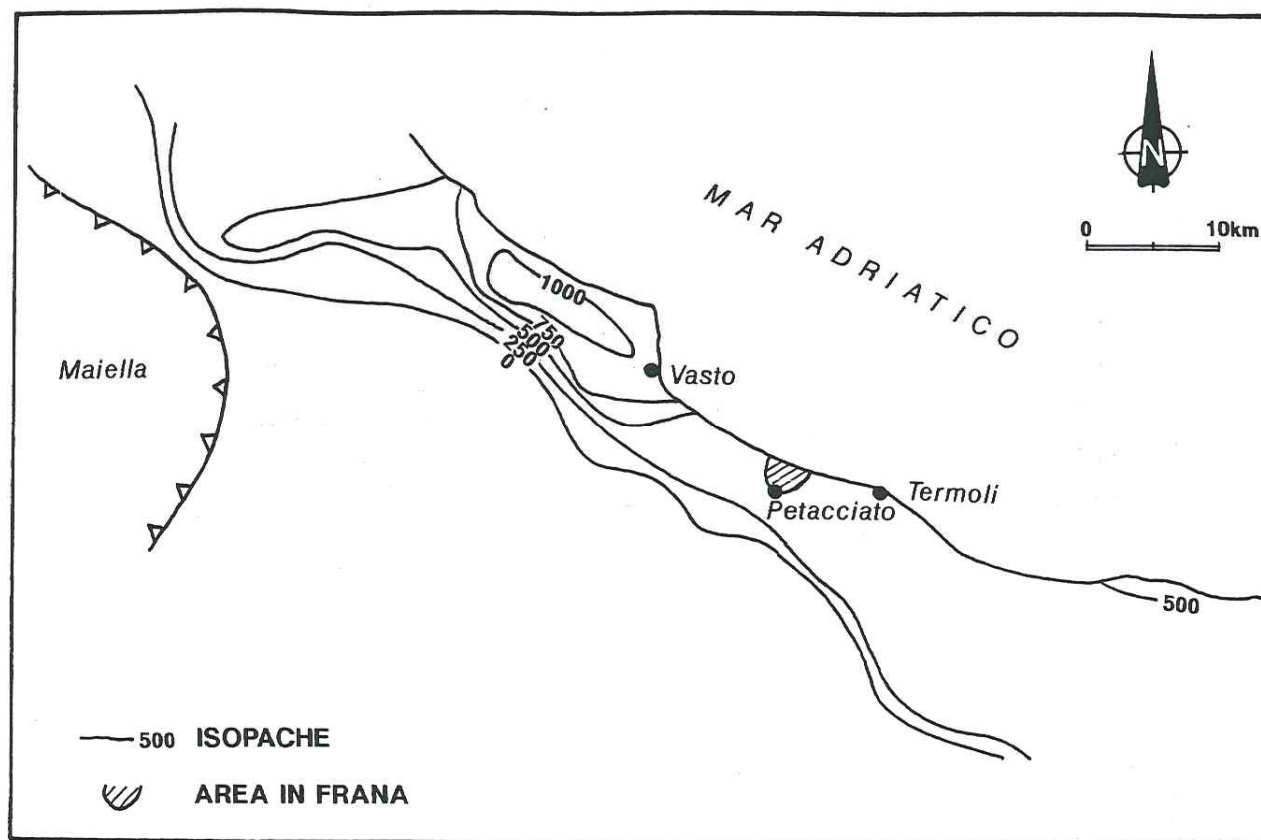


Figura 3-4: Schema relativo agli spessori dei depositi pleistocenici

(da Casnedi R., Crescenti V., D'Amato C., Mostardini F., Rossi V., 1981)

Di seguito si riporta una descrizione delle principali unità litostratigrafiche presenti nell'area, dalla più antica alla più recente; le suddivisioni sono conformi a quelle operate dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 148 - Vasto, 1971, della quale si conservano anche le sigle di identificazione (si veda anche l'elaborato grafico "Carta e sezioni geologiche", ripreso, e leggermente modificato, dallo studio dei Proff. V.Cotecchia e G.Melidoro).

- Argille marnose, di colore grigio azzurro - CALABRIANO (Qc-a)

Si tratta di argille limose, più o meno siltose, a volte intercalate da sottili veli e/o strati di sabbia, più frequenti verso l'alto. I veli sabbiosi hanno spessori che vanno dal millimetro a 2-3 cm. Gli strati sabbiosi possono raggiungere i 10 cm di spessore; eccezionalmente, per la maggiore frequenza o per l'aumento del proprio spessore, le fasce a prevalenza di sabbia possono raggiungere anche spessori metrici.

In più livelli sono presenti resti di bivalvi, orizzonti di piccoli lamellibranchi e frustoli carboniosi.

I sedimenti argillosi presentano un'immersione generale verso est, con inclinazioni intorno ai 5-10 gradi. Lo spessore della serie è superiore a 250 metri.

Le argille sono compatte; come evidenziato dalle stratigrafie dei sondaggi, in alcuni tratti possono tuttavia avere una consistenza inferiore, oppure una stratificazione contorta, oppure fessure oblique con superfici levigate. Tali disturbi sono molto probabilmente attribuibili a scorrimenti gravitativi piuttosto che alla tettonica.

- Alternanze argilloso-sabbiose - CALABRIANO (Qc-as)

Costituiscono il termine di passaggio fra la formazione argillosa e quella sabbiosa; sono formate da sottili alternanze di argille variamente sabbiose di colore da grigio-giallastro a verdognolo e di sabbie giallastre. Le sabbie diventano prevalenti verso l'alto. Tali alternanze sono state rinvenute nei sondaggi SCP1, SCP2 e SCP3 eseguiti dal terrazzo di Petacciato.

- Sabbia giallastra - CALABRIANO (Qc-s)

Sabbie a grana media o fine, di colore giallastro, con livelli di arenarie e calcareniti a scarsa cementazione, più diffusi nella parte alta dell'unità, di spessore sottile fino a 30 cm; localmente sono presenti anche livelli di limi sabbiosi. Nella parte alta del deposito sono intercalati grossi corpi lenticolari di conglomerati, a volte sciolti in matrice limoso-sabbiosa, a volte legati da cemento calcareo, come quelli affioranti in località Vaccareccia al coronamento della frana. Nella parte sommitale dei conglomerati si può avere la presenza di calcite evaporitica bianca in grossi noduli e vene che superano il decimetro. Giacciono in continuità geometrica sulle sottostanti unità e costituiscono il rilievo su cui sorge l'abitato di Petacciato.

- Puddinghe variamente cementate - CALABRIANO SUP. (Qc-cg)

Depositi di transizione all'ambiente continentale, testimoniano la chiusura del ciclo sedimentario.

Gli elementi clastici sono ben arrotondati, petrograficamente eterogenei e fortemente cementati. Il grado di cementazione diminuisce verso l'alto, dove il deposito si presenta alterato dagli agenti esogeni.

Si presenta in crostoni di limitato spessore, con distribuzione irregolare e con immersione e inclinazione uguali a quelle delle sottostanti unità.

- Detrito di falda, materiali di frana e depositi eluvio-colluviali - OLOCENE (dta, dtb).

Alla base della scarpata di rottura principale, e nel bacino di frana sono presenti sabbie gialle talora rossastre con argille grigie, calcareniti e arenarie dislocati da fenomeni gravitativi. Gli spessori massimi di tali materiali, rilevati ad esempio nei sondaggi SC3, SC6 e SC9 sono al massimo 20÷30 m; spessori inferiori a 15 m sono stati rinvenuti ad esempio nei sondaggi SC1, SC4, SC5, SC12, SC14.

Le deformazioni gravitative del versante hanno prodotto depressioni e conche ubicate in corrispondenza di superfici ruotate contromonte che sono state successivamente colmate da depositi eluvio-colluviali, da materiali di frane secondarie più superficiali e da riporti vari a composizione argilloso-limosa-sabbiosa.

- Sabbie fluvio-litorali - QUATERNARIO (Fm)

Sono depositi legati all'ultima ingressione marina, e sono prevalentemente formate da sabbie di origine alluvionale riprese dall'azione del moto ondoso litorale, con depositi di duna costiera.

Sono disposti lungo l'attuale linea di costa, appena alle spalle della spiaggia attuale; formano un rilievo di alcuni metri di altezza.

- Sabbie e ghiaie del litorale attuale - OLOGENE (s)

Depositi recenti ed attuali legati all'evoluzione della linea di costa; nel settore in esame sono costituiti quasi esclusivamente da sabbie di colorazione giallastra.

Dalle stratigrafie dei sondaggi geotecnici, finalizzati a scopi progettuali, si sono potuti ricavare numerosi elementi utili ai fini della comprensione delle modalità del movimento franoso, di seguito riassunti:

- a ridosso dell'asse autostradale i terreni sono formati esclusivamente dalle argille azzurre pleistoceniche, con intercalati sottili veli e/o livelletti di limo sabbioso e di sabbie fini;
- in genere, tali argille hanno andamento monoclinale, con debole inclinazione verso NE. In alcuni tratti l'andamento monoclinale appare disturbato e si può assistere anche a una verticalizzazione della stratificazione, molto probabilmente per motivi post-deposizionali, in conseguenza di traslazioni verso valle del materiale;
- le zone con evidenze di deformazione post-deposizionale sono in corrispondenza di intervalli di profondità che tendono a ripetersi: circa 15-20 m da p.c., circa 30÷40 m da p.c. e circa 65-75 m da piano campagna. Queste zone coincidono spesso con livelli a maggior concentrazione di veli sabbiosi, con presenza di acqua in pressione.

In sintesi, nell'area in esame interagiscono due litotipi diversi, rappresentati da un termine argilloso e un termine arenaceo/sabbioso, quest'ultimo generalmente in posizione più elevata e forse talvolta in eteropia.

La verifica del limite fra le due unità non è sempre agevole, a causa della forte modificazione antropica del versante; il crostone arenaceo, che avanza verso la costa nella parte centrale dell'area in esame, è suddiviso in vari blocchi di spessore irregolare e sempre più ridotto verso valle. Soprattutto in prossimità del tracciato autostradale sembra trattarsi di materiale alloctono, scivolato da zone topograficamente più elevate, per frana. In località Morgetta questo crostone assume la "facies" di un conglomerato fortemente cementato, a comportamento rigido, probabilmente con una forma lenticolare e spessore di pochi metri.

I due diversi litotipi possiedono caratteristiche tecniche differenti, che hanno influenzato le modalità di sviluppo del fenomeno franoso e la sua morfologia ed infatti:

- il crostone arenaceo/sabbioso e conglomeratico si presenta come rigido, ma con zone di minore resistenza meccanica (livelli sabbiosi non cementati e zone fratturate in precedenza);
- la formazione argillosa, che presenta una elevata consistenza, ha un comportamento geotecnico particolare, ampiamente studiato nella letteratura, caratterizzato da "strain softening", da cui deriva la possibilità di fenomeni di rammollimento e rottura progressiva, complicato dalla presenza di veli sabbiosi che creano superfici più deboli ed a minor resistenza.

3.3.1.3 Geomorfologia

La costa adriatica compresa fra Pesaro e Termoli è interessata da numerosi fenomeni franosi, alcuni dei quali di notevole estensione e con periodica riattivazione. Su una lunghezza di circa 270 km si riconoscono infatti almeno una dozzina di fenomeni franosi di notevoli dimensioni, la cui esistenza è documentata storicamente a partire dal 1500. Tali fenomeni franosi presentano aspetti geologici, geometrici, cinematici e di legame con fattori climatici comuni e possono essere ricondotti, in senso generale, a una comune modellistica di riferimento.

La frana di Petacciato, come storicamente accertato e verificabile dall'analisi e confronto delle foto aeree, è, nel suo complesso, la più estesa della regione, con una lunghezza di circa 2 km, un dislivello superiore ai 200 m ed una larghezza del fronte di circa 7 km.

I limiti storici della frana, compresi fra la foce del Torrente Tecchio a Ovest e la stazione ferroviaria di Coppella a Est, da un lato, e fra l'abitato di Petacciato e il mare Adriatico dall'altro, sono riscontrabili sulla base delle evidenze geomorfologiche osservabili sul territorio.

La catena appenninica, che si sviluppa parallelamente alla linea di costa, è rappresentata in quest'area dai Monti Frentani, costituiti da depositi di età miocenica. Fra questa catena e il mare sono presenti sedimenti plio-pleistocenici, che si presentano come un tavolato degradante dolcemente verso la costa; in accordo alla geologia dell'area ed ai risultati

delle indagini geognostiche, il corpo di frana è prevalentemente formato dai terreni argillosi.

Il tavolato è interrotto dal citato gradino morfologico (la falesia su cui sorge l'abitato di Petacciato), circa parallelo alla costa. Il suo margine settentrionale ha un andamento arcuato, con nicchie di distacco che testimoniano il progressivo arretramento del ciglio di scarpata.

Dall'abitato verso il mare, il versante si presenta dapprima come suddiviso in terrazzi discontinui, spezzettati longitudinalmente; acquista poi una caratteristica blanda morfologia mammellonare, degradante verso la spiaggia. La pendenza media del versante assume valori dell'ordine di 5° - 7° , raggiungendo solo eccezionalmente i 10° .

Sono evidenti e numerose le contropendenze; in alcune di queste aree esistono piccoli ristagni d'acqua, a volte di origine naturale, a volte creati artificialmente. La presenza di queste contropendenze con pozze, insieme agli altri elementi citati (morfologia mammellonare, nicchie di distacco arcuate) denuncia la naturale vocazione alla franosità di tutta l'area in oggetto.

In particolare, nella parte più settentrionale dell'area, si può notare la presenza di terrazzi morfologici con andamento all'incirca parallelo alla linea di costa; questi terrazzi assumono a volte un profilo circolare, tipico di zone di distacco, oppure una morfologia a gradini giustapposti dovuti alla rottura del pendio per movimenti gravitativi.

Nelle aree dove affiorano le formazioni sabbioso-arenacee e conglomeratiche, possono essere individuate zone tipicamente suddivise in blocchi; questi blocchi formano contropendenze caratteristiche, su alcune delle quali si sono formati degli stagni di circa 50-80 m di diametro, probabilmente alimentati anche artificialmente per uso irriguo. Procedendo verso la parte bassa del versante si registra una diminuzione dello spessore del materiale arenaceo, che si presenta in crostoni più sottili e discontinui, spesso in grossi blocchi isolati e trasportati nelle zone a litologia argillosa da precedenti episodi franosi.

Nella parte bassa del versante si passa poi alle zone di affioramento delle unità litostratigrafiche argillose, dove si osserva il riflesso del controllo litologico sulla morfologia, che è blandamente ondulata e mammellonare. Su tutta questa zona sono presenti evidenze riferibili a movimenti del versante e molte sono le abitazioni, le recinzioni e le strade che presentano lesioni minori e fessurazioni.

E' indicativa anche l'osservazione della posizione assunta dai tronchi delle piante, in particolare ulivi, che sono tipicamente arcuati ed inclinati a sottolineare lenti movimenti gravitativi con direzioni anche differenti.

La rete idrografica si presenta poco sviluppata, dendritica, con vallecicole incise nei tratti più cementati ed arenacei, con un andamento da S a N passante a SSO-NNE.

Nel corpo di frana esistono alcune sorgenti di contatto che si sviluppano al passaggio fra la formazione detritica sabbioso-arenacea e la sottostante unità argillosa.

Dai caratteri morfodinamici del versante si deduce chiaramente che l'attuale configurazione della scarpata principale di rottura è stata raggiunta con la coalescenza di diverse rotture più localizzate.

3.3.1.4 Idrogeologia

In conseguenza della situazione litostratigrafica precedentemente descritta, il quadro idrogeologico è riconducibile:

- ad un acquifero superficiale di limitato spessore e sviluppo irregolare che scorre al tetto della formazione argillosa, all'interno dei conglomerati e delle arenarie, con una quantità d'acqua discretamente abbondante. Prova di questo è l'esistenza, in tutta l'area di affioramento dell'arenaria, di pozzi a uso agricolo; questi pozzi raggiungono la base della formazione e danno fra l'altro un'indicazione diretta del suo spessore;
- ad un acquifero in pressione profondo, nei livelletti più sabbiosi o nelle fasce di argilla disturbate.

Sulla Carta Tecnica Regionale è stato possibile individuare in progetto il tracciato di un acquedotto (Consorzio di Bonifica destra Trigno e Basso Biferno) che corre in prossimità dell'Autostrada e che interferisce con la costruzione della nuova bretella in progetto. Attraverso il rilievo topografico del 2008 è stato possibile, in aggiunta, individuare:

- i punti di presa dell'acquedotto sparsi sul territorio;
- n.2 ponti canale in corrispondenza dello scavalco del Fosso Cacchione e del Fosso dei Lupi;
- n.1 cameretta acquedotto;
- ulteriori pozzi sparsi sul territorio.

Per quanto riguarda il posizionamento e il contesto morfologico in cui si trovano gli elementi sopra indicati, si rimanda agli elaborati grafici di progetto e alla documentazione fotografica riportata nell'Allegato I alla relazione sullo stato di fatto.

In progetto è previsto lo spostamento del tracciato dell'acquedotto presente a monte dell'autostrada, la cui progettazione ed esecuzione rimane a carico dell'autorità competente. Contestualmente con lo spostamento dell'acquedotto si ritiene necessario in progetto che vengano progettati e messi in opera adeguati sistemi di sicurezza in grado di consentire il sezionamento automatico dell'acquedotto in caso di cadute di pressioni dovute a rotture. Lo spostamento dell'acquedotto dovrà essere effettuato prima o contestualmente ai lavori della nuova bretella autostradale.

In accordo allo studio effettuato dai Proff. V. Cotecchia e G. Melidoro risulterebbe possibile stabilire che *“le precipitazioni prolungate nel tempo esercitano molto probabilmente un ruolo importante sulla rimobilizzazione del movimento franoso del pendio in esame, con eventi idrometeorici non eccezionali, come si deduce dai modesti tempi di ritorno associati ai movimenti di massa. Il periodo poi in cui detti movimenti si sono verificati (Gennaio-Marzo) farebbe ritenere che tra le cause concomitanti ci sarebbe l'innalzamento del livello della superficie della falda”* (profonda).

3.3.1.5 Tipologia del movimento franoso

I più importanti movimenti della frana di Petacciato di cui si hanno informazioni sono quelli avvenuti nel 1916, nel 1932, nel 1938, nel 1953, nel 1954, 1955, 1956 e 1960, nel 1966, nel 1979, nel 1991, nel 1996 e nel febbraio 2009; si è trattato in tutti i casi di rimobilizzazioni parziali, che hanno interessato soprattutto il settore occidentale.

Ciascuno dei suddetti fenomeni può essere ricondotto ad un modello di frana composta, nel quale prevalgono movimenti di scorrimento o scivolamento rotazionali con superfici di rottura profonde e con vergenza verso NE.

La zona più critica, ovvero con più frequenti riattivazioni, sembrerebbe riguardare il tratto compreso tra il Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione) ed il Fosso dei Lupi. Sulla base degli studi effettuati non si può tuttavia escludere che in futuro possano verificarsi fenomeni di entità superiore, ovvero tali da interessare aree più ampie se non addirittura l'intera superficie della frana storica, coinvolgendo con rotture tipo "lateral spread" anche il crostone arenaceo-conglomeratico di località Morgetta e le aree ad ovest del Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione).

L'area interessata dagli interventi di progetto si sviluppa nell'ambito del corpo di frana di Petacciato. Come tale essa risulta ubicata in buona parte all'interno di un'area classificata come "MG1 – Aree di eccezionale pericolosità geologica" dal Piano Paesistico-Territoriale di Area Vasta dell'Area n. 1 della Regione Molise.

L'art. 9 delle norme tecniche del P.T.P.A.A.V. include, infatti, la frana di Petacciato tra gli "elementi areali di eccezionale pericolosità geologica". Tra i criteri che hanno condotto a tale classificazione assume preminente rilievo il suo carattere di frana attiva di notevoli dimensioni.

L'art. 30 delle stesse norme tecniche prevede che ogni operazione di trasformazione del territorio (ivi comprese quelle relative alla realizzazione di opere infrastrutturali) in aree così classificate debba essere preventivamente sottoposta a verifica di ammissibilità, attraverso la predisposizione (da parte del soggetto proponente la trasformazione) di uno studio specialistico di compatibilità, riportato negli elaborati di progetto definitivo e i cui contenuti sono ripresi nell'ambito dello studio della presente componente.

Sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche di progetto e delle considerazioni effettuate in precedenza è stato possibile schematizzare in progetto un modello descrittivo ed evolutivo della frana, tale da spiegare l'insieme delle evidenze morfologiche riscontrate a seguito dell'evento franoso del 1991.

Per la terminologia adottata nella descrizione dei fenomeni si farà riferimento alla classificazione di Varnes (1978) e allo schema di questo metodo di classificazione nella traduzione proposta da Carrara et al. (1983).

Per l'estensione del fenomeno e per la molteplicità delle cause concomitanti che lo hanno influenzato, il modello risultante è di tipo complesso ("compound slide"), con una successione di movimenti spazio-temporali differenti.

Per maggior chiarezza occorre distinguere aree a diverso comportamento.

Zona del coronamento

Coincide con il ciglio della falesia su cui sorge Petacciato. In quest'area si riconoscono elementi tipici (terrazzi morfologici, fratture) che possono essere collegati con quanto avviene nella parte sommitale di uno scorrimento rotazionale, con scivolamento di blocchi ("juxtaposed slide blocks"); ciò spiega la presenza di terrazzamenti nel versante al di sotto della falesia.

Al di sopra di questo si sono avuti crolli di roccia veri e propri ("rock fall"), responsabili, fra l'altro, dei dissesti all'abitato.

A partire da quest'area sono presenti fenomeni di espansione laterale ("rock lateral spread") dovuti allo scorrimento delle argille basali, con il frazionamento del più rigido crostone arenaceo soprastante.

Parti laterali della frana

Nell'evento del 1991 è particolarmente riconoscibile il bordo sinistro della frana, che delimita lo scorrimento rotazionale o traslativo con superficie profonda ("rotational o translational slide"). Si tratta di fratture che arrivano a interessare il viadotto Cacchione e che probabilmente sono la diretta conseguenza della rottura di tipo progressivo che ha interessato in profondità la formazione argillosa. Non è da escludere che i livelli di argilla molto disturbata rinvenuti nei sondaggi siano direttamente collegabili a questa stessa superficie di rottura.

La vergenza dello scorrimento è approssimativamente verso NE, in concordanza con l'immersione della stratificazione; questa orientazione del movimento non è più riconoscibile nel settore orientale della frana (tra il Fosso dei Lupi ed il Fosso della Torre), probabilmente perché nascosta dal crostone arenaceo conglomeratico presente in località Morgetta, che, fra l'altro, ha assorbito le tensioni imposte dalla massa in movimento, proteggendo i manufatti soprastanti, grazie alla sua naturale rigidità. Non sono invece osservabili movimenti di "lateral spread" di entità significativa.

Alcune evidenze superficiali, soprattutto lungo la strada vicinale che sottopassa l'autostrada all'altezza della spalla lato Pescara del viadotto Marinella, suggeriscono una particolare accentuazione del movimento in questa zona laterale, con fenomeni di colamento allo stato fluido dei primi metri del terreno ("flows in soil"). Questi movimenti, guidati dalla morfologia del terreno, hanno a volte una vergenza riconoscibile e sono responsabili di alcuni spostamenti corticali che hanno danneggiato alcuni manufatti. Si può quindi ipotizzare, sulla base di certi elementi di osservazione (lesioni e fessure nelle abitazioni, torsione dei tronchi degli ulivi) la presenza di lenti movimenti superficiali di colamento ("soil creep").

Zona di piede

Nell'area dal viadotto Marinella verso il litorale si osservano evidenze di rigonfiamento con fratture longitudinali ("transverse cracks") e berme in sollevamento ("transverse ridges"), tipiche della zona al piede di frana, responsabili di alcune lesioni nei manufatti stradali e ferroviari.

L'affioramento argilloso sulla battigia può essere considerato come l'estrema propaggine della frana riattivata nel 1991, a circa 2 km dal coronamento, a meno di eventuali zone di affioramento sul fondo marino che sfuggono ad ogni possibile osservazione da terra.

Sintesi

Da quanto descritto ed evidenziato in precedenza si deduce che, analogamente ad altre riattivazioni avvenute negli ultimi 100 anni, la frana del 1991 può essere ricondotta a un modello di frana composta, nel quale prevalgono movimenti di scorrimento o scivolamento rotazionali con superfici di rottura profonde e con vergenza verso NE.

La zona più critica, ovvero con più frequenti riattivazioni, sembrerebbe riguardare il tratto compreso tra il Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione) ed il Fosso dei Lupi. Sulla base degli studi effettuati non si può tuttavia escludere che in futuro possano verificarsi fenomeni di entità superiore, ovvero tali da interessare aree più ampie se non addirittura l'intera superficie della frana storica, coinvolgendo con rotture tipo "lateral spread" anche il crostone arenaceo-conglomeratico di località Morgetta e le aree ad ovest del Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione).

Da un punto di vista progettuale si sono quindi distinti i *fenomeni franosi relativamente superficiali* (spessori non superiori a 12÷15 m), ove si potrà intervenire con opere di stabilizzazione locali (diaframmi, pali, dreni superficiali etc.), da *fenomeni franosi profondi*, per i quali gli interventi di stabilizzazione tradizionali non sono risolutivi (si vedano ad esempio quelli realizzati a seguito dell'evento del 1979). Per i fenomeni franosi profondi non resta che procedere con (si veda ad esempio Melidoro & Mazzabotta, 1996):

- il ricorso al monitoraggio e alla sorveglianza continua dell'area;
- periodici interventi di manutenzione delle opere con totale o parziale interruzione del traffico.

3.3.1.6 Condizioni geotecniche

3.3.1.6.1 Campagne di indagine

La caratterizzazione stratigrafica e geotecnica, di supporto al dimensionamento e verifica delle opere costituenti la bretella e la viabilità interferente, è stata sviluppata in progetto sulla base:

- dei risultati delle campagne di indagine disponibili per l'area; si è fatto, in particolare, riferimento alle seguenti campagne di indagine:

Campagna di indagine GEOTEST 1981:

La prima campagna di indagine risale al 1981; essa è stata eseguita da GEOTEST (Roma) per conto delle Ferrovie dello Stato, a seguito dell'evento franoso del 1979. Tale campagna è consistita nella realizzazione di n.6 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 40 m di profondità (denominati A, C, D, F, G, I), con prelievo di campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installazione di tubi

inclinometrici e in n.3 sondaggi a distruzione di nucleo spinti fino a 30 m di profondità (denominati B, E, H), con esecuzione di prove di permeabilità tipo Lefranc e prove dilatometriche ed installazione di piezometri tipo Casagrande.

Campagna di indagine GEOTEST 1983

La seconda campagna di indagine è del 1983; essa è stata eseguita da GEOTEST (Roma) per conto delle Ferrovie dello Stato. Tale campagna è consistita nella realizzazione di n.18 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 40÷60 m di profondità (denominati 1A→6A, 1B→6B, 1C→6C), con prelievo di campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installazione di piezometri tipo Casagrande (sondaggi 1B→6B) o tubi inclinometrici (sondaggi 1A→6A e 1C→6C).

Campagna di indagine Autostrade 1991

La terza campagna di indagine è del 1991; essa è stata eseguita per conto della società Autostrade a seguito dell'evento franoso del Gennaio 1991 da SIPES (Pescara) per quanto concerne i sondaggi e da ISMES (Bergamo) per quanto concerne le prove penetrometriche statiche. Tale campagna è consistita nella realizzazione di n. 8 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 60÷100 m di profondità (denominati S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8), con prelievo di campioni indisturbati per le prove geotecniche di laboratorio ed installazione di tubi inclinometrici o piezometri elettropneumatici, di n.7 sondaggi a distruzione di nucleo spinti fino a 60 ÷80 m di profondità (denominati S2bis, S3bis, S4bis, S5bis, S6bis, S7bis, S8bis), con installazione di piezometri elettropneumatici e tubi inclinometrici e n.2 prove penetrometriche statiche spinte fino a circa 35 m di profondità con misura delle pressioni interstiziali (denominate CPTU01 e CPTU02).

Campagna di indagine 2000-2001

La quarta campagna di indagine è stata effettuata negli anni 2000-2001 (con il contributo dalla Regione Molise, della Società Autostrade e delle Ferrovie dello Stato), nell'ambito degli studi commissionati dalla *Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile alla Commissione tecnico-scientifica presieduta dai Proff. Vincenzo Cotecchia e Gregorio Melidoro*. Senza togliere granché alla completezza dello studio, in fase progettuale si è fatto riferimento alle indagini eseguite per conto della Regione Molise e della società Autostrade.

La campagna di indagine Autostrade, effettuata da GEOTRIVELL (Teramo) è consistita nella realizzazione di n.7 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 60÷120 m di profondità (denominati AI1, AI2, AI4, AI5, AI7, AI9, AI10), con prelievo di campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installazione di tubi inclinometrici e di n.3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 40÷90 m di profondità (denominati AP3, AP6, AP8), con prelievo di campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installazione di piezometri elettrici.

La campagna di indagine della Regione Molise, effettuata da GEOTRIVELL (Teramo), è consistita nella realizzazione di n.8 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 70 ÷200 m di profondità (denominati SC1, SC2, SC5, SC7, SC8, SC9, SC17, SC18), con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per prove geotecniche di laboratorio ed installazione di tubi inclinometrici e di n.12 sondaggi a

carotaggio continuo spinti fino a 50÷150 m di profondità (denominati SCP1, SCP2, SCP3, SC3, SC4, SC6, SC10, SC11, SC12, SC13, SC14, SC15, SC16), con prelievo di campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio, installazione di piezometri elettrici (sondaggi SC3, SC4, SC6, SC10, SC11, SC12), tipo Casagrande (sondaggio SC13), a tubo aperto (sondaggio SC14) e, in alcuni fori di sondaggio, con installazione sia piezometri a tubo aperto che piezometri Casagrande (sondaggi SCP1, SCP2 e SCP3).

- dei risultati del monitoraggio geotecnico (inclinometri e piezometri);
- dell'inquadramento geologico, idrogeologico, geomorfologico e sismico;
- dei principali risultati degli studi a carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico commissionati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione Civile alla Commissione Tecnico-Scientifica presieduta dai Proff. Vincenzo Cotecchia e Gregorio Melidoro; si fa, in particolare, riferimento ai seguenti elaborati:

- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Presidenza della Regione Molise, Movimenti Franosi nel Comune di Petacciato (Provincia di Campobasso), Studi, Rilevamenti dell'Area in Frana, Indagini e Orientamenti Progettuali – Studi, Rilevamenti dell'Area In Frana e Indagini (Giugno 2002):

All.00 – Relazione Generale

All.02/a – Carta Geologica e Geomorfologica

All.02/b – Andamento Livelli Piezometrici nel versante in Frana

All.02/f – Deformate Inclinometriche

All.04 – Stratigrafie dei Sondaggi Geognostici (Regione Molise)

All.07 – Rilievi Inclinometrici e Piezometrici

All.11 – Relazione Geotecnica

All.12 – Relazione sulle Verifiche di Stabilità

Tali risultati hanno già costituito una base di dati per il progetto di ricerca finanziato dalla Comunità Europea LessLoss (www.lessloss.org) e sono raccolti in una monografia dedicata al sito di Petacciato inclusa tra gli elaborati del progetto Lessloss (conclusi ad Agosto 2007);

- degli studi effettuati dalla Società Autostrade nell'ambito del progetto ANIDRO.

3.3.1.6.2 Profilo stratigrafico e livelli piezometrici

Il profilo stratigrafico nell'area di frana è caratterizzato principalmente dalla presenza delle argille plio-pleistoceniche, che nella parte più superficiale sono di colore avana (spessori dell'ordine di 2÷8 m), mentre in profondità assumono colorazione grigia; lo spessore delle argille avana diminuisce (2÷3 m) in corrispondenza delle aree di maggior erosione (Fosso

degli Ulivi, altrimenti denominato Fosso Cacchione). Soprattutto nella parte medio alta del versante, le argille plio-pleistoceniche possono essere ricoperte da materiali sabbioso-limosi di varia origine. Negli elaborati grafici allegati allo studio della presente componente sono riportate due sezioni stratigrafiche caratteristiche e la carta geomorfologica dell'intero versante, tratte dallo studio a carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico del Giugno 2002 commissionato dalla *Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione Civile alla Commissione Tecnico-Scientifica presieduta dai Proff. Vincenzo Cotecchia e Gregorio Melidoro*. Nell'elaborato grafico "Planimetria ubicazione indagini geognostiche", in particolare, si riporta il piano quotato di dettaglio (rilievo del Gennaio 2008) della parte bassa del versante (rilevante ai fini del progetto e della costruzione della bretella a monte dei viadotti Cacchione e Marinella e della viabilità della strada interpoderale con essa interferente) con l'ubicazione delle indagini geognostiche e la traccia di cinque sezioni ritenute significative per lo studio delle opere.

Nelle sezioni geotecniche sono riportati i profili stratigrafici in corrispondenza di cinque sezioni:

- sezione n.1, significativa per l'opera di sostegno nel tratto iniziale lato Vasto della bretella;
- sezione n.2, significativa per l'opera di sostegno al piede del rilevato della bretella a monte del viadotto Cacchione;
- sezione n.3 e n.5, significative per le opere di sostegno della strada interpoderale interferente con la bretella;
- sezione n.4, significativa per l'opera di sostegno al piede del rilevato della bretella a monte del viadotto Marinella.

In ciascuna sezione sono riportate le seguenti informazioni:

- Le colonnine stratigrafiche dei sondaggi con l'indicazione sulla tipologia di strumentazione installata nei sondaggi (piezometri o inclinometri);
- La posizione della falda rilevante ai fini del dimensionamento delle opere.
- Ove ritenuto rilevante per il dimensionamento delle opere, il limite tra le argille di colore avana (strato 1) e le argille di colore grigio (strato 2).
- Le potenziali superfici di scorrimento.
- La posizione e il tipo dell'opera in progetto.

I dati di monitoraggio piezometrico indicano la presenza in profondità di livelli piezometrici superiori al p.c. In conseguenza di ciò l'area in esame è interessata da moti di filtrazione verso l'alto e da gradienti di pressione superiori a quelli idrostatici determinati con livelli di falda prossimi al p.c. La differenza tra livelli piezometrici reali e livelli piezometrici idrostatici determinati invece assumendo la falda prossima al p.c. cresce con l'aumentare della profondità, ma può essere considerata non rilevante negli strati più superficiali. Poiché il dimensionamento delle opere costituenti la bretella e la strada interpoderale

interferente (è sviluppato sulla base di considerazioni di stabilità locale (che riguardano cioè solo gli strati più superficiali) è stata considerata ragionevolmente cautelativa l'assunzione di gradienti di pressione idrostatici determinati con falda prossima al piano campagna dal p.c., come indicato nelle tavole. Livelli piezometrici più gravosi vengono assunti solo nelle analisi di stabilità globali del versante in frana svolte in progetto, che interessano superfici di scorrimento poste a profondità maggiori di 15÷20 m dal p.c., finalizzate:

- a spiegare dal punto di vista geotecnico i motivi delle periodiche riattivazioni dei movimenti franosi profondi;
- a valutare quali possono essere le conseguenze indotte da eventi sismici sul comportamento di tali masse di terreno;
- a supporto dello Studio di Compatibilità Geologica richiesto dalla Regione Molise.

3.3.1.6.3 Caratteristiche geotecniche

Ai fini delle verifiche geotecniche delle opere costituenti la bretella e la viabilità interferente effettuate in progetto, assume particolare importanza la caratterizzazione geotecnica delle argille plio-pleistoceniche. Tale caratterizzazione è stata effettuata in progetto sulla base principalmente dei risultati delle indagini geognostiche descritte in precedenza (con particolare riferimento a quelle condotte dalla società Autostrade nel 1991 e nel 2000-2001), inquadrandola tuttavia anche nell'ambito di considerazioni sull'assetto macrostrutturale indotto dai movimenti di natura tettonica e gravitativa avvenuti nella fase post-deposizionale, quale risulta dalla descrizione riportata nelle colonnine dei sondaggi e nei certificati di laboratorio (la cui documentazione è allegata al progetto), nonché da quanto discusso emerso nella "Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica" di progetto, riassunta ai paragrafi precedenti.

Le prove di classificazione effettuate sulle argille plio-pleistoceniche sono consistite in determinazioni delle caratteristiche di umidità e peso di volume naturale, di plasticità (limiti di Atterberg), di composizione granulometrica, di peso specifico dei grani. I risultati conseguiti possono essere così sintetizzati:

- Pesi di volume naturale γ_n leggermente crescenti con la profondità da 20.5 kN/m³ (in superficie) a 21 kN/m³ (> 80 m dal p.c.);
- Contenuti d'acqua naturale w_n leggermente decrescenti con la profondità da 22% (in superficie) a 20% (> 80 m dal p.c.);
- Argille sature;
- Indici dei vuoti iniziali e_o , calcolati a partire dai pesi di volume naturale e dai contenuti d'acqua naturale, eggermente decrescenti con la profondità da 0.65 (in superficie) a 0.55 (> 80 m dal p.c.);
- Limiti liquidi LL leggermente crescenti con la profondità da 50÷55% (in superficie) a 60÷65% (> 80 m dal p.c.);
- Limiti plastici LP pari a 18÷20%;

- Indici plastici IP leggermente crescenti con la profondità da 35% (in superficie) a 45% (> 80 m dal p.c.).
- Attività "A" variabile tra 0.8 e 1.2.
- Argille di media e alta plasticità.

Stati iniziali e grado di sovraconsolidazione meccanica

Le argille plio-pleistoceniche in esame sono da considerare preconsolidate meccanicamente per fenomeni di erosione; ciò, oltre che da considerazioni di carattere geologico, è dimostrato dal fatto che gli stati iniziali del materiale, definiti dall'indice dei vuoti normalizzato I_{vo} (si veda Burland, 1990) e dalla pressione verticale efficace geostatica σ_{vo}' , risultano collocati al di sotto della linea di compressibilità intrinseca in condizioni edometriche ICL_{ed} . Si possono tuttavia rinvenire situazioni tali per cui gli stati iniziali si discostano significativamente dalla linea di tendenza generale, venendosi a collocare in posizioni più prossime alla ICL_{ed} ; ciò è caratteristico di materiali posti in corrispondenza di fasce di disturbo a cavallo dello superfici di scorrimento indotte da fenomeni di natura gravitativa e tettonica; in conseguenza delle rilevanti deformazioni volumetriche e deviatoriche plastiche, tali materiali hanno subito un aumento dell'indice dei vuoti e una conseguente sensibile perdita del grado di preconsolidazione meccanico sviluppato nelle precedenti fasi di deposizione e di erosione. In considerazione del fatto che le curve edometriche tendono a raccordarsi alla ICL_{ed} è ragionevole ipotizzare che i materiali in esame non siano dotati di legami di cementazione e che la pressione di preconsolidazione sia determinata solo da fenomeni di precompressione meccanica. Il profilo di progetto del grado di sovraconsolidazione meccanica è riportato nella Figura 3-5.

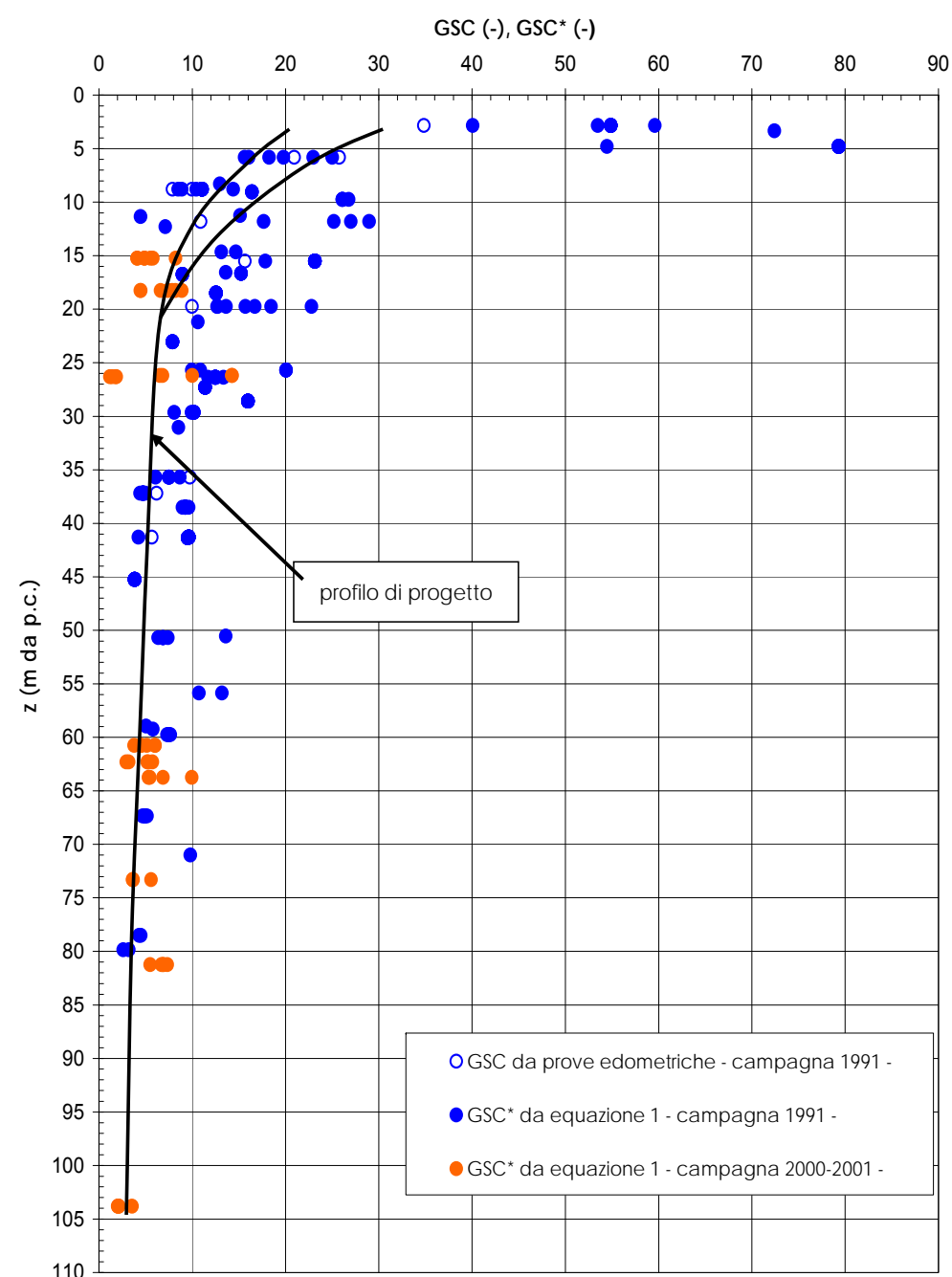


Figura 3-5: Grado di sovraconsolidazione

Stato tensionale efficace iniziale (geostatico)

Lo stato tensionale efficace iniziale (geostatico) della formazione delle argille plio-pleistoceniche è caratterizzato da coefficienti di spinta a riposo k_{oSC} superiori a 1. Una stima di k_{oSC} e della tensione efficace orizzontale geostatica σ_{ho}' in condizioni di piano campagna orizzontale, presumibilmente cautelativa nel caso in esame rappresentato da

un versante con pendenza media non nulla, può essere fatta sulla base delle seguenti equazioni:

$$\sigma_{ho}' = K_{oSC} \cdot \sigma_{vo}'$$

$$K_{oSC} \cong (1 - \sin \phi_{cv}') \cdot \sqrt{GSC}$$

$\phi_{cv}' \cong 25^\circ \div 26^\circ =$ angolo di attrito a volume costante

$$GSC = \frac{\sigma_{v \max}'}{\sigma_{vo}'}$$

I valori del grado di sovraconsolidazione meccanica ottenuti sono riportati nella Figura 3-6.

Coefficienti di compressione

I coefficienti di compressione nel tratto normal-consolidato C_c ottenuti dalle prove edometriche della campagna 1991 condotte ad elevate pressioni risultano variabili tra 0.25 e 0.30. Gli stessi coefficienti ottenuti utilizzando la correlazione empirica di Burland (1990) risultano superiori a quelli sperimentali; ciò in ragione del fatto che si riferiscono ad intervalli di pressione decisamente inferiori, ovvero tra 100 kPa e 1000 kPa, invece che a pressioni superiori a 1000 kPa.

I valori del coefficiente di compressione ottenuti sono riportati nella Figura 3-7.

Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata c_u è stata ottenuta dai risultati delle prove triassiali TX-UU e dall'applicazione di formule empiriche (si vedano ad esempio Atkinson & Bransby, 1978). In particolare i risultati ottenuti dalle prove TX-UU risultano comparabili con quelli ottenuti dall'applicazione delle formule empiriche a riprova che i materiali in esame non sono dotati di particolari legami di cementazione. Inoltre i valori della resistenza al taglio non drenata sono da intendersi rappresentativi di condizioni di materiale intatto, ovvero non interessato dalla presenza di discontinuità macrostrutturali.

L'andamento con la profondità della resistenza al taglio non drenata è riportato nella Figura 3-8.

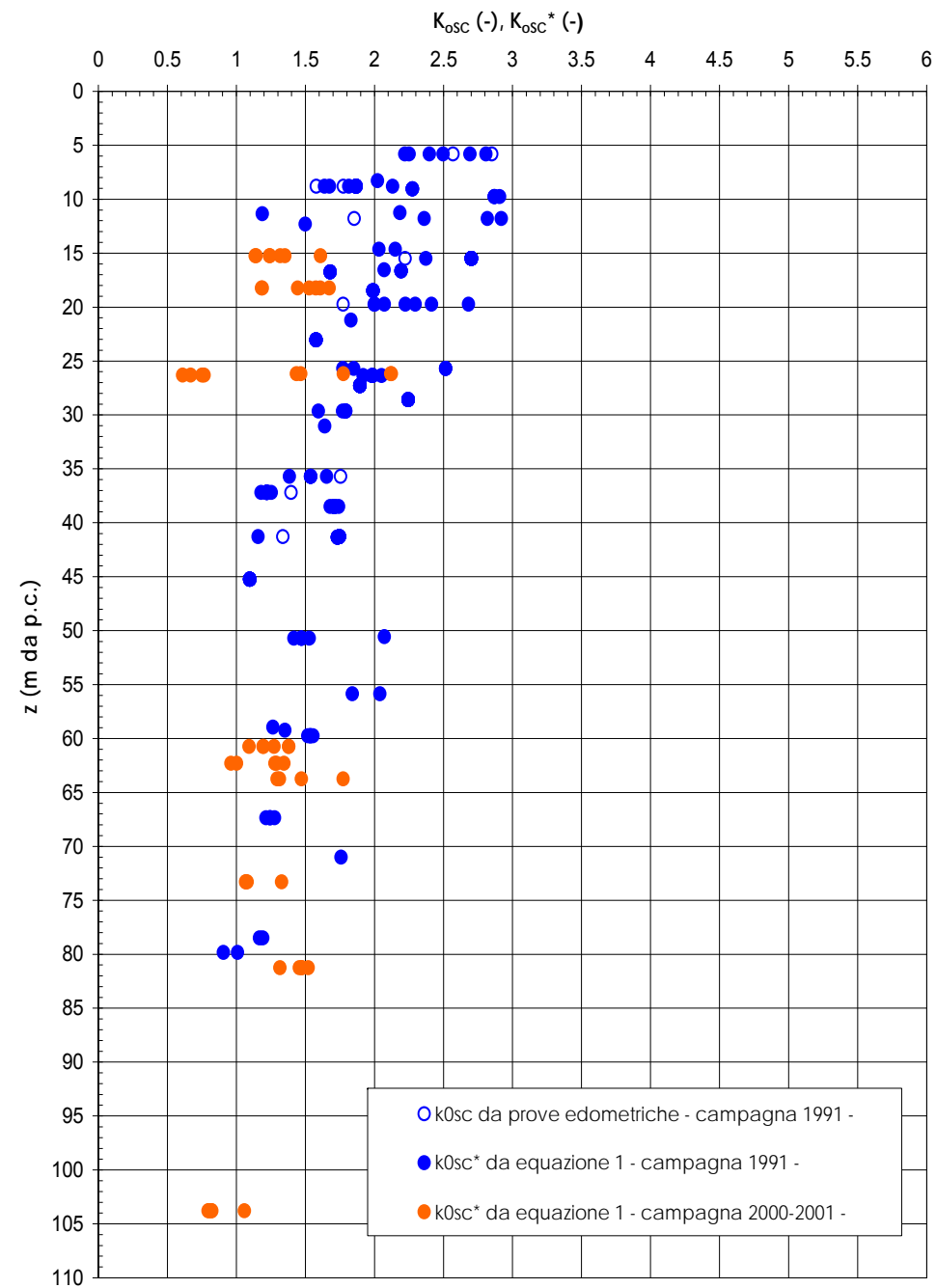


Figura 3-6: Coefficiente di spinta a riposo

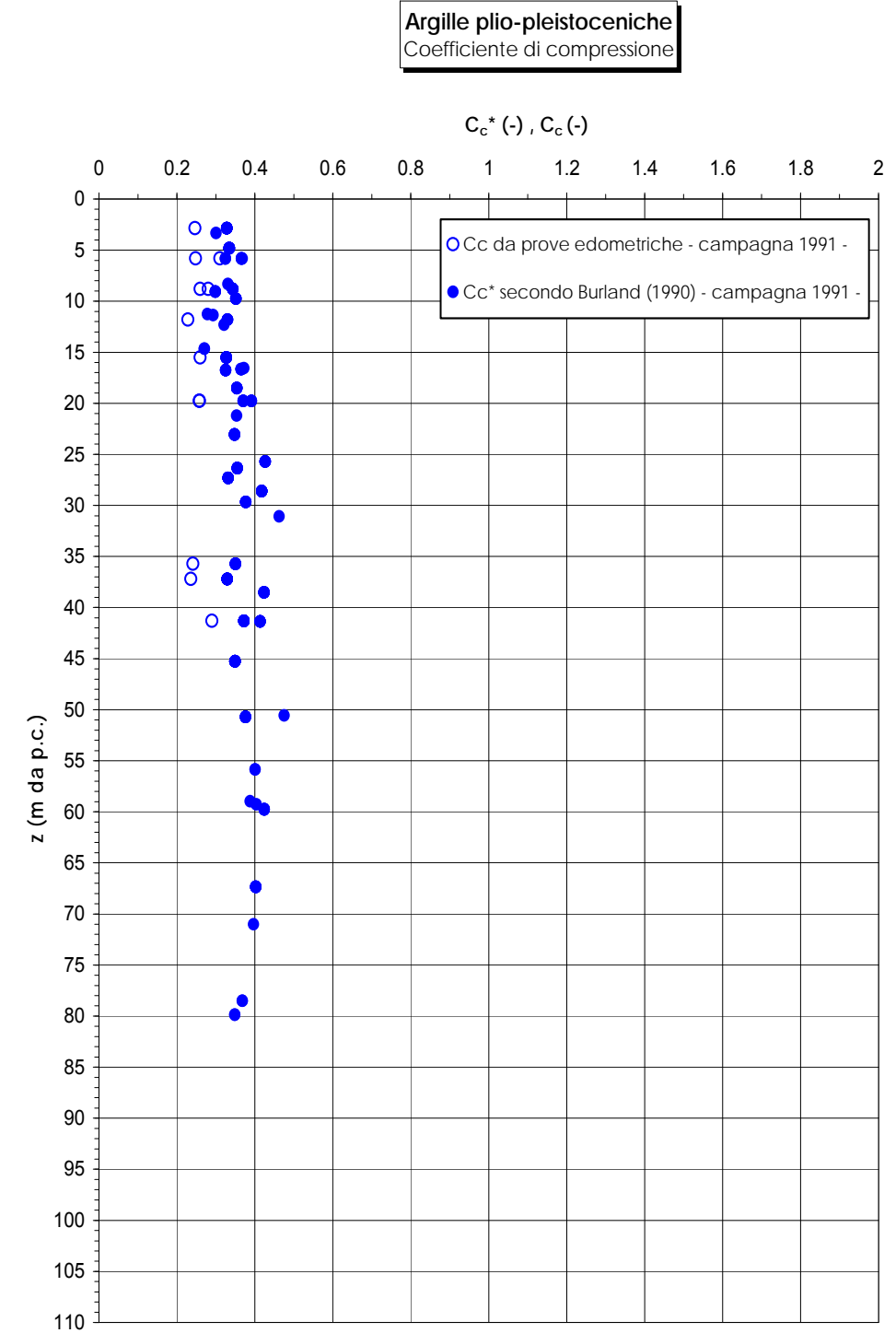


Figura 3-7: Coefficiente di compressione

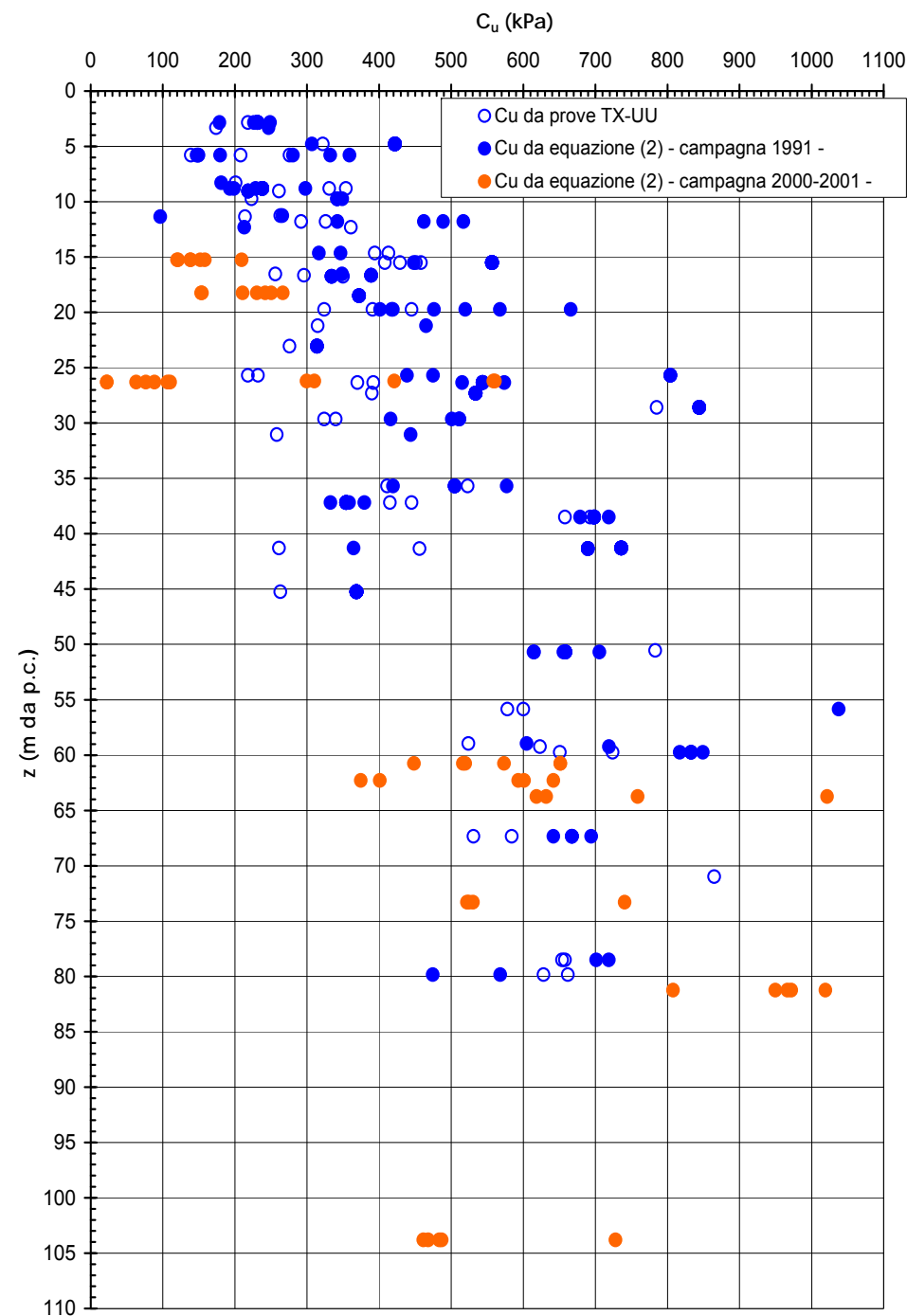


Figura 3-8: Resistenza al taglio non drenata

Parametri di resistenza in termini di sforzi efficaci

La definizione dei parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci definita in progetto risulta particolarmente complessa per i seguenti motivi:

1. Il comportamento delle argille in esame, nel caso più semplice rappresentato da provini omogenei e intatti, è del tipo “strain softening”, ovvero caratterizzato da una sensibile riduzione delle resistenza al taglio una volta raggiunte le condizioni di incipiente rottura. Le resistenze post-rottura tendono rapidamente a decadere dapprima verso quelle caratteristiche delle condizioni di stato critico e successivamente, in presenza di rilevanti scorrimenti lungo la superficie di rottura, verso quelle di stato residuo (si veda ad esempio Skempton, 1985).
2. I parametri di resistenza di picco di provini omogenei e intatti non sono univoci, ma vengono a dipendere dal tipo e dalle modalità di conduzione delle prove di laboratorio. Ad esempio i parametri ottenuti con prove di taglio diretto TD possono risultare inferiori a quelli ottenuti con prove triassiali TX-CID; ciò in ragione del fatto che lo stato tensionale nella scatola di Casagrande risulta, come noto, non omogeneo, favorendo fenomeni di rottura progressiva.
3. Non è facile definire in prove triassiali il comportamento post-rottura di provini omogenei e intatti; infatti, una volta raggiunta la condizione di incipiente rottura, nei provini tendono a formarsi superfici di scorrimento; in conseguenza di ciò sia lo stato di sforzo, sia gli indici dei vuoti diventano non omogenei (vedi ad esempio Burland, 1990).
4. I materiali presenti nell'area di frana possono essere caratterizzati dalla presenza di discontinuità strutturali più o meno rilevanti. In accordo alla letteratura tecnica, il limite superiore dei parametri di resistenza di materiali aventi caratteristiche micro e macrostrutturali comparabili a quelle in esame, non è molto diverso (leggermente superiore) da quello associabile alle condizioni di stato critico (si vedano ad esempio Burland et al., 1996; Georgiannou & Burland, 2001; Georgiannou & Burland, 2006); il limite inferiore dei parametri di resistenza, applicabile lungo le superfici di scorrimento dei corpi franosi individuate dal monitoraggio inclinometrico, è invece dato da quello associabile alle condizioni di stato residuo.

Alla luce di tali considerazioni, la caratterizzazione geotecnica delle argille in esame è stata sviluppata in progetto come segue.

La resistenza al taglio di stato critico è stata definita sulla base dei risultati delle prove triassiali TX-CIU di compressione e delle prove triassiali TX-CID di compressione (queste ultime condotte su provini consolidati a pressioni elevate), prendendo in considerazione la condizione di raggiungimento della tensione deviatorica massima. Infatti:

- in materiali sovraconsolidati meccanicamente, non cementati, i percorsi di sollecitazione efficace delle prove triassiali TX-CIU tendono a posizionarsi molto prossimi alla linea M nel piano q-p', essendo $q = (\sigma_1' - \sigma_3')$ e $p' = (\sigma_1' + 2\sigma_3')/3$ (si veda ad esempio Atkinson & Bransby, 1978).

- le prove triassiali TX-CID effettuate su provini consolidati ad elevate pressioni raggiungono ragionevolmente condizioni associabili a quelle di stato critico, ovvero $q = q_{max} = \text{cost}$; $p' = \text{cost}$ e $\Delta e = \text{cost}$.

I risultati conseguiti portano ad un valore dell'angolo di attrito a volume costante o di stato critico $\varphi_{cv}' \geq 25^\circ$. Si rileva che risultati comparabili sono stati ottenuti dalle prove di taglio diretto. Il fatto che le resistenze di picco ottenute dalle prove di taglio diretto su provini sovraconsolidati meccanicamente siano risultati comparabili a quelle di stato critico è, come già evidenziato, presumibilmente imputabile a fenomeni di rottura progressiva indotti dallo stato di sforzo non omogeneo nella scatola di Casagrande.

La resistenza al taglio residua è stata definita sulla base dei risultati di prove di taglio anulare e di prove di taglio diretto "reversal" (piano $\tau - \sigma_n'$). Si rileva che, nel caso delle argille in esame, i risultati delle prove di taglio anulare forniscono resistenze inferiori rispetto a quelle delle prove di taglio diretto "reversal"; tali risultati appaiono più compatibili con quelli che derivano dalle analisi di stabilità del versante svolte in progetto. In accordo agli studi effettuati nell'ambito del progetto ANIDRO i risultati delle prove di taglio anulare possono essere ragionevolmente rappresentati dalla seguente equazione:

$$\varphi_r' = 8.5 + \frac{11}{\left(1 + \frac{\sigma_n'}{200}\right)} \quad (^\circ)$$

essendo σ_n' la pressione normale alla superficie di scorrimento in kPa.

Gli involuppi delle resistenze al taglio caratteristici dei materiali, intatti, sono stati definiti ricorrendo a un modello costitutivo elasto-plastico con doppia superficie di plasticizzazione, ad incrudimento volumetrico e cinematico, sviluppato dagli scriventi sulla base di quanto descritto in Al Tabbaa & Muir Wood (1989), applicabile a terreni sovraconsolidati meccanicamente, non cementati.

Per tenere conto della possibile presenza di discontinuità strutturali, gli involuppi delle resistenze al taglio rappresentativi dei materiali costituenti i corpi di frana, delimitati dalle superfici di scorrimento individuate dal monitoraggio inclinometrico, sono stati definiti ricorrendo al modello costitutivo elasto-plastico, assegnando in questo caso un angolo di attrito ridotto (fattorizzato) φ' pari a 20° .

Caratteristiche di deformabilità

Il comportamento tensio-deformativo delle argille in esame risulta altamente non lineare anche in condizioni lontane dalla rottura; nella definizione dei parametri di progetto è opportuno tenere conto dei seguenti aspetti principali.

- I moduli elastici iniziali (applicabili fino a livelli di deformazione inferiori a $1 \cdot 10^{-5}$) vengono a dipendere dalle pressioni efficaci medie di confinamento. Una stima del modulo di taglio elastico iniziale G_0 , associabile alle condizioni tensionali efficaci

geostatiche, può essere effettuata sulla base della correlazione empirica proposta da Viggiani & Atkinson (1995) per materiali ricostituiti, non cementati, sovraconsolidati meccanicamente. Si rileva che la correlazione empirica proposta da Viggiani & Atkinson (1995) conduce a valori di G_0 più bassi di quelli ottenibili ad esempio applicando la correlazione empirica suggerita ad esempio da Kramer (1996). Il profilo del modulo di taglio a piccole deformazioni di progetto è riportato nella Figura 3-9.

- Normalmente, il livello di deformazione indotto nell'intorno delle opere, anche se lontano da quello caratteristico di condizioni prossime alla rottura, è superiore a $1 \cdot 10^{-5}$; ne consegue che i valori dei moduli iniziali devono essere abbattuti secondo opportune curve di degrado, in funzione del livello di deformazione atteso, al fine di ottenere moduli elastici "operativi". In analisi condotte con modelli costitutivi elasto-plastici avanzati, tipo quello citato nel paragrafo precedente, la problematica connessa con la definizione dei moduli "operativi" viene superata; infatti, lungo percorsi di sollecitazione che si collocano all'interno della superficie di plasticizzazione che delimita il dominio elastico, nel modello costitutivo vengono utilizzati i moduli elastici iniziali; l'aumento della deformabilità del materiale (degrado dei moduli rispetto ai valori elastici iniziali) che si verifica lungo percorsi di sollecitazione esterni alla superficie di plasticizzazione che delimita il dominio elastico viene messo automaticamente in conto dal fatto che alle deformazioni elastiche vengono a sommarsi le deformazioni plastiche. La curva di degrado del modulo è stata ottenuta simulando prove triassiali consolidate isotropicamente e portate a rottura in condizioni di p' costante; la curva di degrado ottenuta, riporta nella Figura 3-10, è abbastanza in linea con quelle proposte per materiali argillosi dal codice di calcolo EERA (Bardet et al., 2000) e da Kramer (1996).

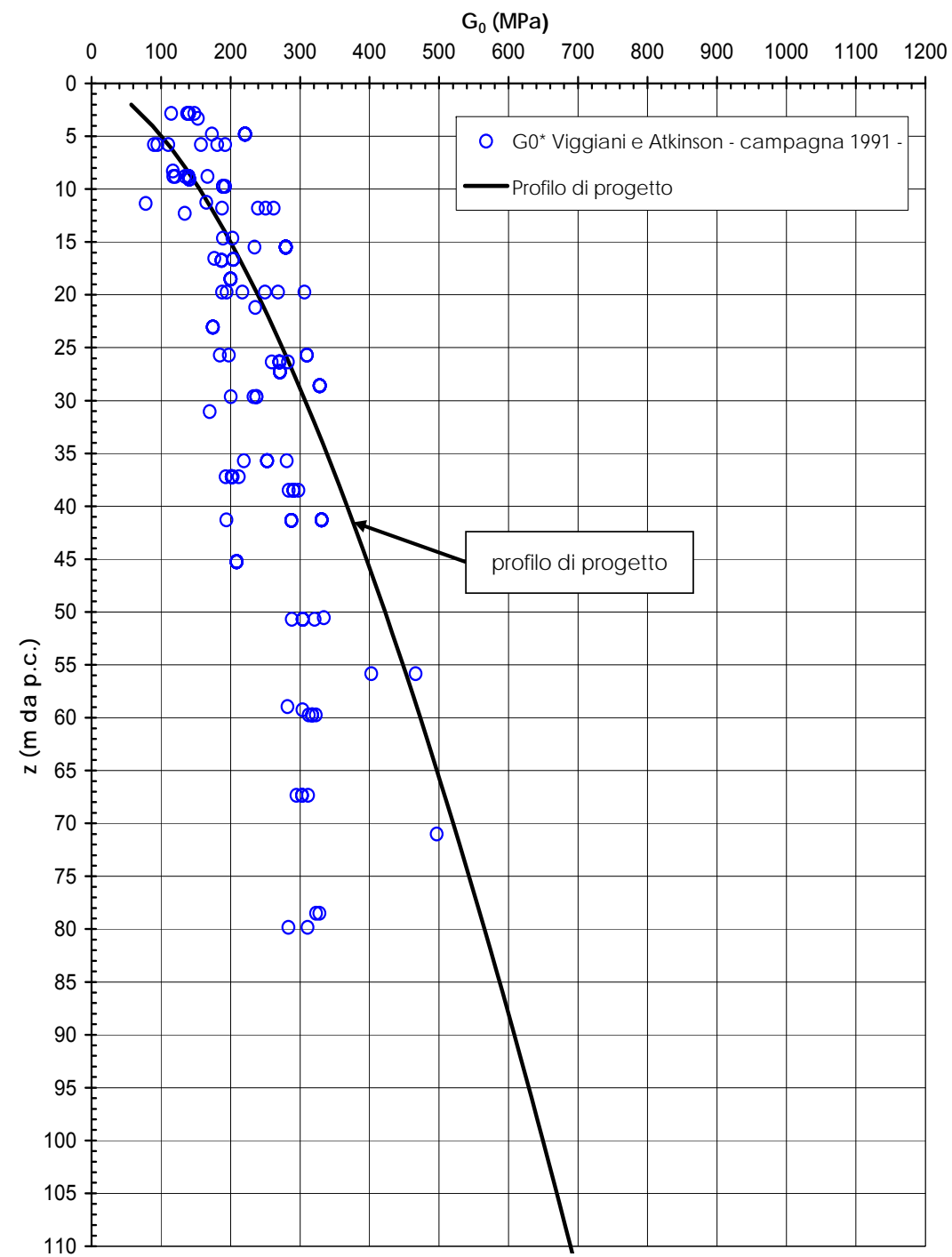


Figura 3-9: Modulo di taglio iniziale (Viggiani & Atkinson, 1995)

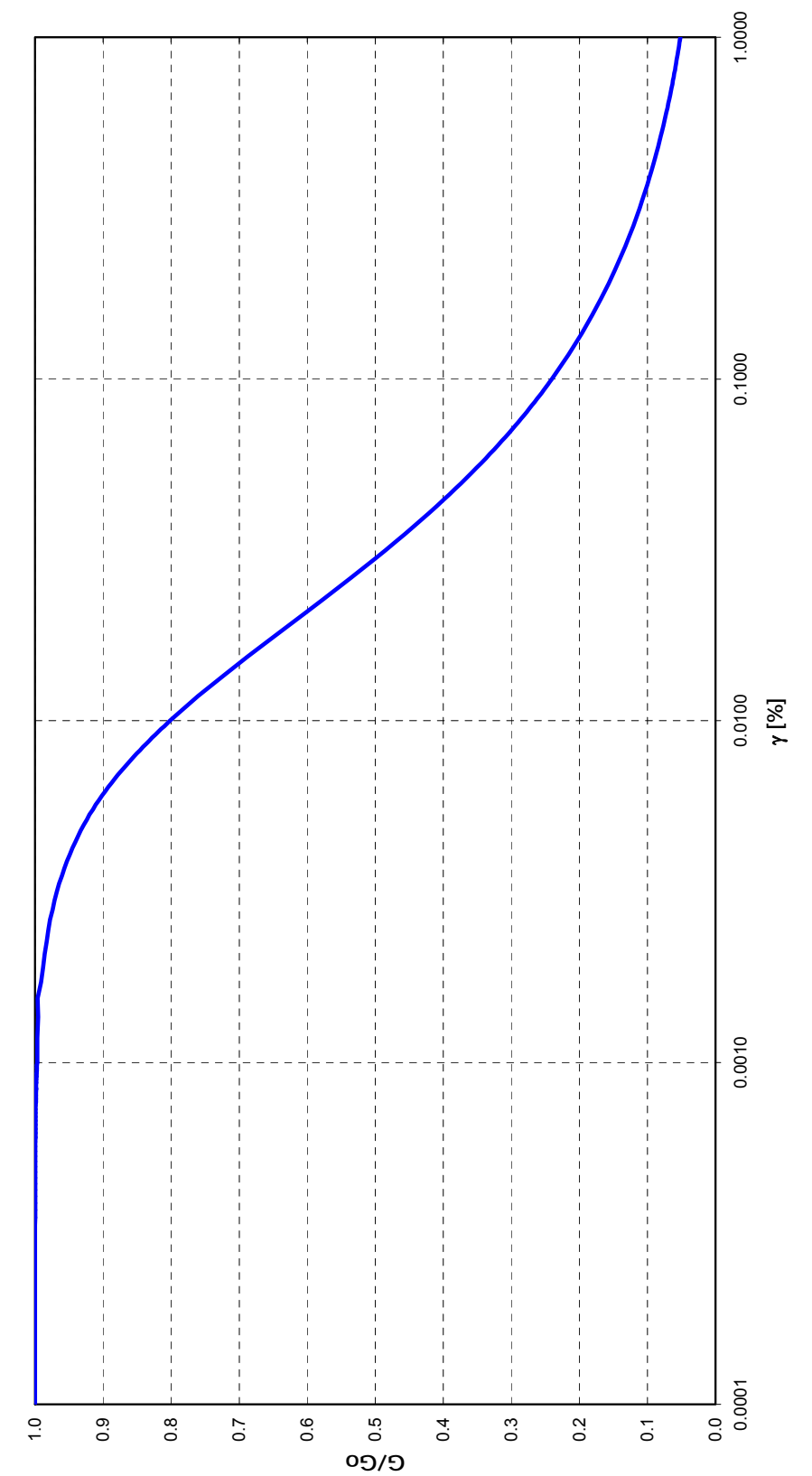


Figura 3-10: curva di degrado del modulo di taglio

Velocità delle onde di taglio

Il profilo di velocità delle onde di taglio V_s è stato ricavato da quello del modulo di taglio iniziale G_o , applicando la seguente equazione:

$$V_s = \sqrt{\frac{9.81 \cdot G_o}{\gamma_n}}$$

Il profilo delle velocità delle onde di taglio è riportato nella Figura 3-11.

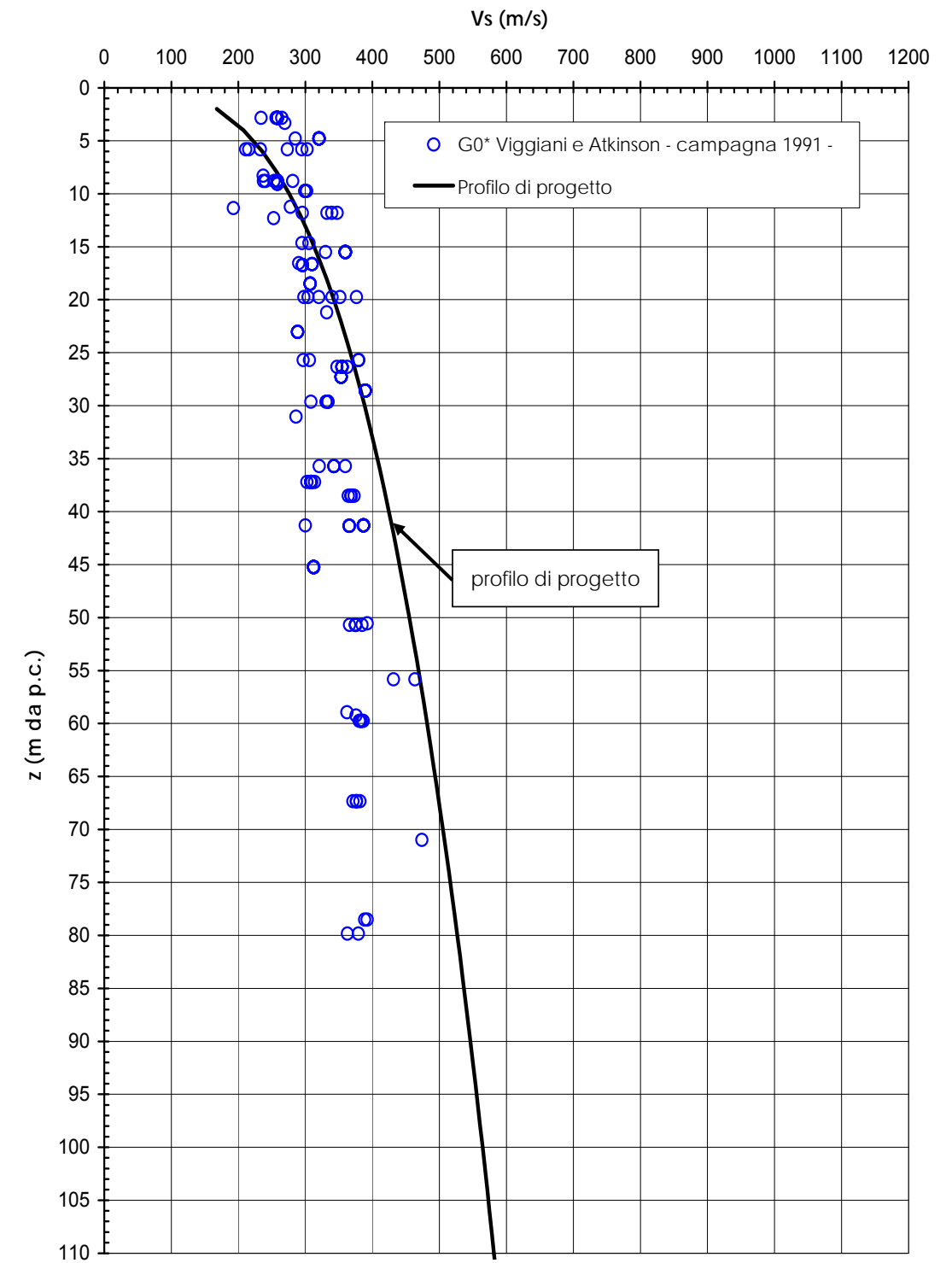


Figura 3-11: Velocità delle onde di taglio (Viggiani & Atkinson, 1995)

Coefficienti di permeabilità

I coefficienti di permeabilità del materiale intatto sono stati determinati applicando la correlazione empirica di Feng (1991), o quella sviluppata da Rocchi (2003) per argille caratterizzate da indici di attività compresi tra 0.8 e 1.2 (). La correlazione empirica di Feng (1991) è data dalla seguente equazione:

$$k_o = 6.54 \cdot 10^{-11} \cdot \left(\frac{e_o \cdot A}{IP} \right)^4 \text{ m/s}$$

essendo:

A = attività

IP = indice di plasticità

Al materiale intatto può essere assegnato, come limite inferiore, un coefficiente di permeabilità decrescente con la profondità tra $1 \cdot 10^{-10} \div 1 \cdot 10^{-11}$ m/s; non si può escludere che, data la presenza di discontinuità strutturali più o meno rilevanti e la presenza di livelli/veli di sabbia, in condizioni di scarico (scavo) i valori dei coefficienti di permeabilità dell'ammasso possano diventare anche uno/due ordini di grandezza superiori a quelli del materiale intatto.

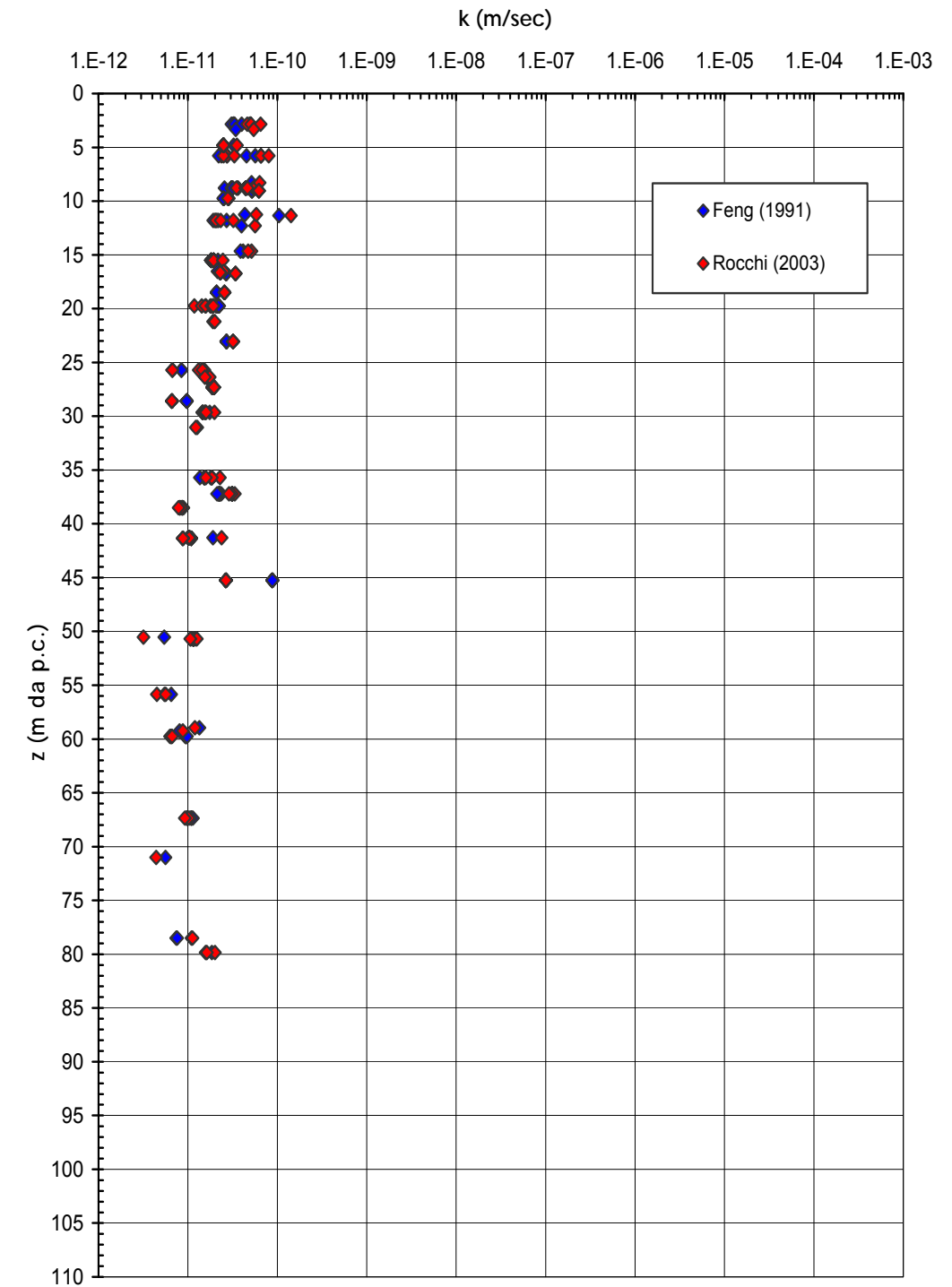


Figura 3-12: Coefficiente di permeabilità da correlazioni empiriche

3.3.1.7 Inquadramento sismico

In accordo alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008 il Comune di Petacciato è classificato sismico.

La pericolosità sismica di base, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria di suola A, quale definita nel seguito) è ricavabile, in funzione del periodo di ritorno T_R o della probabilità di eccedenza P_{VR} , dall'Allegato B della norma o dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Nel caso specifico della bretella oggetto della progettazione viene stabilito quanto segue:

- Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni (per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali, e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale);
- Classe d'uso dell'opera = IV e coefficiente d'uso $C_U = 2$ (Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità... Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 Novembre 2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A e B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico...);
- Periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U = 100$ anni;
- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR} = 10\%$ (Stato Limite di salvaguardia della Vita (SL, V) (a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni alle componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali);
- Periodo di ritorno T_R associabile ai valori di V_R e P_{VR} sopra indicati pari a circa 950 anni.

Ne consegue che, in accordo all'Allegato B della norma o dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/>, $a_g \approx 0.125g$, essendo g l'accelerazione di gravità.

Vengono definiti in categoria di sottosuolo A ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. La velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità è valutabile con la seguente formula:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ (m/s)}$$

essendo:

h_i = spessore dello strato i -esimo compreso nei primi 30 m di profondità in metri

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nello strato i -esimo

N = numero degli strati compresi nei primi 30 m di profondità.

L'area in oggetto appartiene alle categorie di sottosuolo tra B e C; l'azione sismica di progetto andrà pertanto valutata considerando opportuni coefficienti di amplificazione stratigrafica S_S .

Risultando la pendenza del p.c. inferiore a 15° , dal punto di vista delle condizioni topografiche l'area in esame può essere considerata di categoria T1, ovvero caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1$.

3.3.2 Definizione e analisi degli impatti potenziali e delle misure di mitigazione

3.3.2.1 Considerazioni generali

Alla luce della caratterizzazione dello stato attuale dell'ambiente, i potenziali impatti individuabili per la componente in esame consistono in potenziali alterazioni dell'assetto dei versanti, idraulico e idrogeologico, sia nella fase di costruzione, sia in quella di esercizio.

Come descritto nei paragrafi precedenti, infatti, la bretella in progetto viene a collocarsi, in particolare, nell'ambito di un'ampia area franosa che si sviluppa fra l'abitato di Petacciato e la vicina costa adriatica. In tale area periodicamente si riattivano movimenti gravitativi profondi tali da creare problemi all'abitato, alla viabilità di accesso all'abitato e alle infrastrutture di trasporto situate nella parte bassa del versante (autostrada A14, ferrovia e Strada Statale 16). Le ultime importanti riattivazioni dei movimenti gravitativi profondi sono state registrate nel 1979, nel 1991, il 15 marzo 1996 e il 20 febbraio 2009.

In relazione alle notevoli profondità delle superfici di scorrimento, opere di stabilizzazione convenzionali (strutturali o drenanti) risultano non del tutto efficaci. In sostanza, considerata la profondità delle superfici di scorrimento, l'estensione planimetrica del movimento franoso e la conseguente quantità di materiale in frana, appare irrealistico ipotizzare un intervento atto al consolidamento del corpo di frana. Basti pensare che gli interventi progettati ed eseguiti dalle Ferrovie dello Stato e dalla società Autostrade a seguito della riattivazione del 1979 (pozzi di lunghezza 30÷40 m e pali trivellati di grande diametro), non sono stati in grado di evitare gli effetti prodotti dalle successive riattivazioni.

In presenza di tali fenomeni gravitativi profondi non resta che procedere con (si veda ad esempio Melidoro & Mazzabotta, 1996):

- il ricorso al monitoraggio e alla sorveglianza continua dell'area;
- periodici interventi di manutenzione dell'autostrada con totale o parziale interruzione del traffico.

Sotto tali presupposti, al fine di mitigare gli effetti prodotti da una riattivazione del movimento franoso in termini di tempi d'interruzione della viabilità autostradale, la Società *Autostrade per l'Italia S.p.A.* si propone di realizzare una bretella a servizio dell'Autostrada A14 esistente e in affiancamento ad essa lato monte, nel tratto che inizia immediatamente prima della spalla Nord del viadotto Cacchione e termina immediatamente a Sud del viadotto Marinella, per complessivi 1650 m circa. Fatta eccezione per il tratto di imbocco lato Nord, di lunghezza 500 m circa, la bretella è costituita principalmente da rilevati, che, in caso di riattivazione dei movimenti gravitativi profondi (causata da condizioni idrogeologiche profonde particolarmente avverse e/o da eventi sismici), sono meno sensibili dei viadotti dell'autostrada esistente agli effetti prodotti dalle deformazioni totali e differenziali, risultano comunque più rapidamente ripristinabili e comportano meno rischi rispetto all'esercizio dei viadotti (in particolare, il viadotto Cacchione).

Il progetto delle opere costituenti la bretella è stato pertanto sviluppato sulla base dei seguenti criteri:

- Definendo un tracciato plano-altimetrico tale da ridurre al minimo gli effetti prodotti dall'inserimento della bretella sul versante, ovvero limitando le altezze dei rilevati, nonché i tratti e le altezze delle trincee;
- Dimensionando, su gran parte del tracciato, la sezione dei rilevati in modo tale da avere coefficienti di sicurezza in campo statico superiori a 1.3 nei confronti di fenomeni di instabilità locali. Per fenomeni di instabilità locali si intendono quelli connessi con lo scivolamento lungo il piano di appoggio del rilevato e con la capacità portante lungo superfici di rottura che interessano gli strati di terreno più superficiali.

In presenza di riattivazione dei movimenti gravitativi profondi si accetta che i rilevati possano subire spostamenti dell'ordine di quelli già verificati in passato (diversi decimetri), potendo ripristinare la viabilità con interventi di manutenzione relativamente contenuti;

- Introducendo, nei tratti in affiancamento ai viadotti Cacchione e Marinella, opere di presidio al piede dei rilevati, con la finalità di garantire coefficienti di sicurezza in campo statico superiori a 1.3 nei confronti di fenomeni di instabilità locali e rendere più omogenea l'entità degli spostamenti indotti dalle periodiche riattivazioni della frana (sia in condizioni statiche, sia in condizioni sismiche), limitatamente alla fascia di terreno attraversata dai pali di fondazione dei viadotti (25÷30 m di profondità dal p.c.).

Anche in questi tratti si accetta che, in presenza di riattivazione dei movimenti gravitativi profondi, i rilevati possano subire spostamenti dell'ordine di quelli già verificati in passato (dell'ordine di diversi decimetri), potendo ripristinare la viabilità con interventi di manutenzione relativamente contenuti.

Il ricorso a opere di presidio al piede dei rilevati appare particolarmente necessario in corrispondenza del viadotto Cacchione, per i seguenti motivi:

- Nel corso della riattivazione dei movimenti del 1991 le pile e le spalle del viadotto Marinella hanno subito spostamenti relativamente omogenei. È presumibile che spostamenti relativamente omogenei si siano verificati anche nel corso della riattivazione del 1979; in merito all'ultimo evento del 2009 non si hanno ancora dati definitivi a disposizione, ma sembra che anche in questo caso gli spostamenti siano

stati sostanzialmente omogenei. A seguito degli eventi del 1979 e del 1991 non fu progettato ed eseguito alcun intervento di presidio.

- Nel corso della riattivazione del 1991 e dell'ultima del febbraio 2009 le spalle e la pila del viadotto Cacchione hanno subito movimenti differenziati, risultando maggiori quelli in corrispondenza della spalla Sud lato Termoli. È presumibile che spostamenti differenziati si siano verificati anche nel corso della riattivazione del 1979; una riprova di ciò è rappresentata dal fatto che a seguito della riattivazione del 1979 fu progettata ed eseguita l'opera di sostegno a monte della spalla Sud lato Termoli (per i dettagli si veda quanto riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" di progetto).
- Causa l'attraversamento del Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione), le altezze di rilevato della bretella assumono valori dell'ordine di 7÷8 m.
- Operando con accorgimenti costruttivi tali da mantenere il piano di posa e il corpo dei rilevati esenti dagli effetti negativi prodotti da fenomeni di filtrazione dell'acqua di falda.
- Concependo l'opera di sostegno all'imbocco Nord lato Vasto in modo tale che sia stabile con adeguati margini di sicurezza nei confronti di fenomeni di instabilità locali e sufficientemente flessibile da adattarsi ai movimenti totali e differenziali indotti dalle riattivazioni dei fenomeni gravitativi profondi.
- Verificando che le opere costituenti la bretella autostradale non pregiudichino in alcun modo l'attuale situazione di equilibrio precario del pendio; esse semmai forniscono un contributo positivo alle condizioni di stabilità locale, in ragione anche dell'esecuzione dell'opera di sostegno all'imbocco Nord lato Vasto e delle opere di presidio al piede nei tratti a monte dei viadotti Cacchione e Marinella.

Nella Figura 3-13 si riportano alcune evidenze della riattivazione del movimento franoso del febbraio 2009 nella zona dell'abitato di Pettacciato e nella Figura 3-14 i danni subiti dalla struttura del viadotto Cacchione dell'Autostrada A14 esistente: nel primo caso, sul ciglio della scarpata di fronte il piazzale panoramico antistante la vecchia chiesa parrocchiale di Petacciato si sono aperte numerose fratture per rilascio tensionale, che si sviluppano con direzione prevalente verso NO, attraversando le proprietà poste sul ciglio e perdendosi nel detrito che si accumula ai piedi della scarpata, dopo uno sviluppo continuo di circa 50 metri; nel secondo caso, il viadotto autostradale Cacchione ha subito danni ai 4 appoggi unidirezionali sulle pile, di ambedue le carreggiate, a causa degli spostamenti delle spalle in più punti, con rottura delle parti in acciaio degli appoggi e conseguenti frantumazioni delle travi interessate.



Figura 3-13: Evidenza geomorfologica in corrispondenza della zona dell'abitato di Petacciato a seguito della riattivazione del movimento franoso di febbraio 2009



Figura 3-14: Evidenza dei danni subiti dalla struttura del viadotto Cacchione a seguito della riattivazione del movimento franoso di febbraio 2009

3.3.2.2 Verifiche di stabilità delle opere in progetto

Le verifiche geotecniche di progetto delle opere previste per la bretella (rilevati, trincee stradali e opere di stabilizzazione locale; Paratia dal km 0+300,45 al Km 0+478,96; Strada interpoderale al Km 0+619,42) sono state condotte in progetto ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) e in accordo all'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" di progetto, nonché alla caratterizzazione geotecnica riportata nella "Relazione di caratterizzazione geotecnica" di progetto.

Nello specifico, ai sensi delle norme suddette, le verifiche delle opere d'arte sono state svolte tenendo conto sia delle fasi costruttive, sia della configurazione finale di esercizio.

Dalle analisi svolte è emerso che la realizzazione delle opere può avere effetti positivi per le condizioni di stabilità dei terreni più superficiali.

Il progetto della bretella prevede, inoltre, per ogni opera il monitoraggio geotecnico-strutturale riportato nei seguenti elaborati di progetto, ai quali si rimanda:

PARATIA DAL km 0+300.45 AL km 0+478.96

Codice elaborato di progetto: 7.23

STRADA INTERPODERALE AL km 0+619.42

Codice elaborato di progetto: 8.12

FOSSO CACCHIONE - RITOMBAMENTO E STABILIZZAZ. RILEVATO: DIAFRAMMA

Codice elaborato di progetto: 9.14

STABILIZZAZIONE RILEVATI ZONA VIADOTTO MARINELLA: DIAFRAMMI

Codice elaborato di progetto: 10.10

3.3.2.3 Verifiche di stabilità del versante in frana

3.3.2.3.1 Premessa

Le verifiche di stabilità effettuate nel progetto definitivo (elaborato: "Relazione di stabilità del versante in frana") nel seguito descritte hanno essenzialmente le seguenti finalità:

- Individuare il grado di sicurezza nei confronti dei fenomeni gravitativi profondi riferito alla situazione morfologica attuale e individuare le cause che presumibilmente provocano periodicamente le riattivazioni dei movimenti.
- Valutare gli effetti che possono essere prodotti da eventi sismici nella situazione morfologica attuale.
- Verificare che la realizzazione delle opere costituenti la bretella non alteri le condizioni di equilibrio attuali del versante nei riguardi di fenomeni gravitativi profondi, sia in condizioni statiche, che in condizioni sismiche; come ad esempio evidenziato nelle verifiche geotecniche di progetto delle opere (Rilevati, trincee stradali e opere di stabilizzazione locale; Paratia dal km0+300,45 al Km0+478,96; Strada interpoderale al Km0+619,42), la realizzazione delle opere può, invece, avere effetti positivi per le condizioni di stabilità dei terreni più superficiali.

Le verifiche di stabilità sono condotte ai sensi delle *Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008)* e in accordo all'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico riportato nella "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" di progetto, nonché alla caratterizzazione geotecnica riportata nella "Relazione di caratterizzazione geotecnica" di progetto.

3.3.2.3.2 Verifiche di stabilità – condizione morfologica attuale

3.3.2.3.2.1 Condizioni statiche

Al fine di valutare le condizioni di stabilità del versante nella **condizione morfologica attuale** sono state effettuate analisi con il metodo dell'equilibrio limite globale e l'utilizzo del codice di calcolo SLOPE-W, versione 4.24.

Le verifiche di stabilità sono state effettuate sulla base delle seguenti ipotesi di lavoro:

1. Si è fatto riferimento a superfici di scivolamento profonde, ipotizzate sulla base dei dati del monitoraggio inclinometrico (cfr. paragrafo 3.3.2.1). In particolare, sono state prese in considerazione le seguenti superfici:
 - La superficie di scorrimento n. 1 riportata nella sezione geologica V (Figura 3-15);
 - La superficie di scorrimento n. 2, che si raccorda con la superficie di scorrimento n. 9, riportata nella sezione geologica V (Figura 3-16);
 - La superficie di scorrimento n. 1 riportata nella sezione geologica IV (Figura 3-17);
 - La superficie di scorrimento n. 4, che si raccorda con la superficie di scorrimento n. 7, riportata nella sezione geologica IV (Figura 3-18).
 - La superficie di scorrimento n. 1-a, riportata nella sezione geotecnica 1 (Figura 3-19);
 - La superficie di scorrimento n. 1-b, riportata nella sezione geotecnica 1 (Figura 3-20);
 - La superficie di scorrimento n. 4-a, riportata nella sezione geotecnica 4 (Figura 3-21);
 - La superficie di scorrimento n. 4-b, riportata nella sezione geotecnica 4 (Figura 3-22).

2. Lungo le superfici di scorrimento si è fatto riferimento a condizioni drenate e a parametri geotecnici in termini di sforzi efficaci residui. In particolare, sono stati messi in conto angoli di attrito residuo dati dalla seguente equazione (cfr. paragrafo 3.3.1.6.3):

$$\varphi_r' = 8.5 + \frac{11}{\left(1 + \frac{\sigma_n'}{200}\right)} \quad (^\circ)$$

essendo σ_n' la pressione normale alla superficie di scorrimento in kPa.

3. Sono state fatte diverse ipotesi in merito al regime delle pressioni interstiziali; per semplicità i livelli piezometrici sono stati determinati nell'ipotesi di gradienti di pressione pari a quello idrostatico con intercetta pari a zero in corrispondenza del p.c., o a quote superiori. Così operando, è stata determinata per ciascuna superficie di scorrimento la

condizione che determina il raggiungimento di condizioni di instabilità, caratterizzata da coefficienti di sicurezza pari a 1.

4. Si è fatto riferimento al metodo di Bishop semplificato.

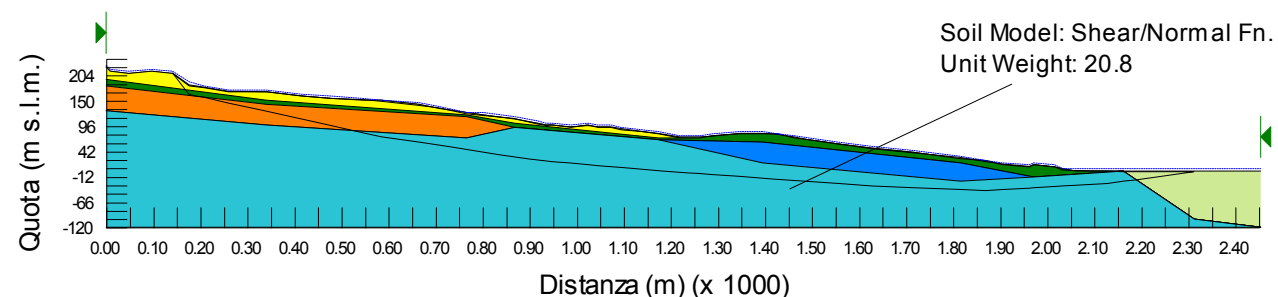


Figura 3-15: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n.1 nella sezione geologica V

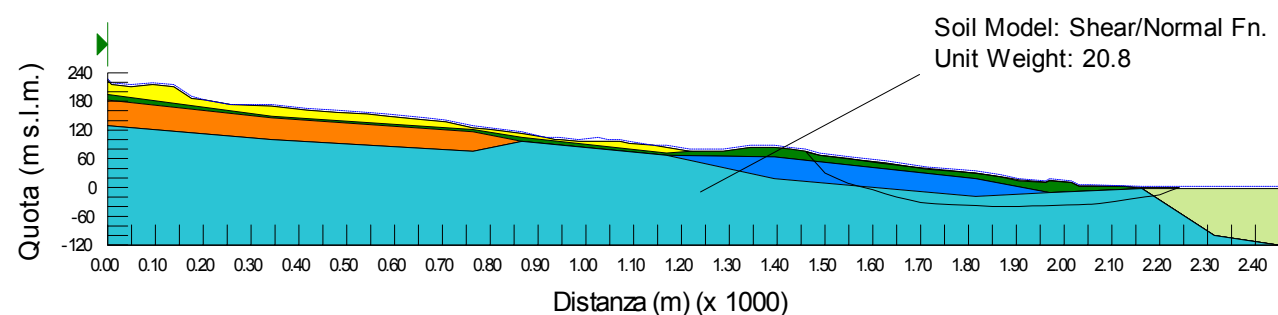


Figura 3-16: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 2-9 nella sezione geologica V

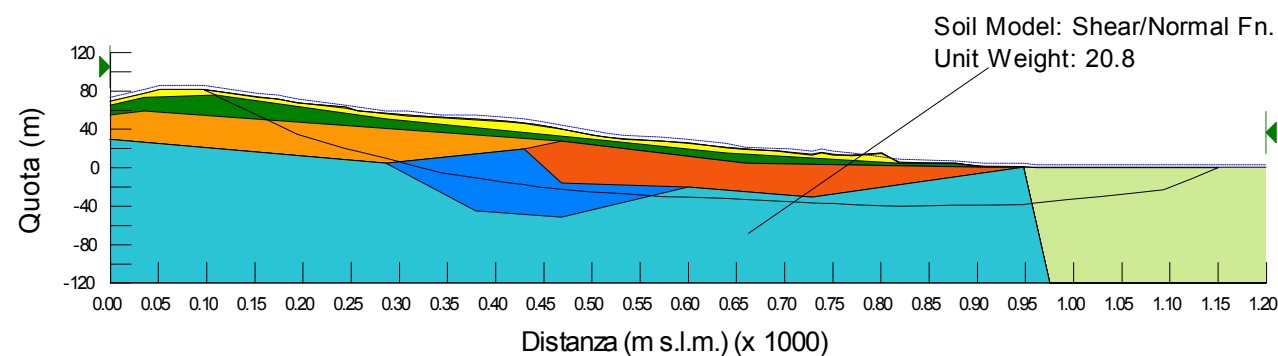


Figura 3-17: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 1 nella sezione geologica IV

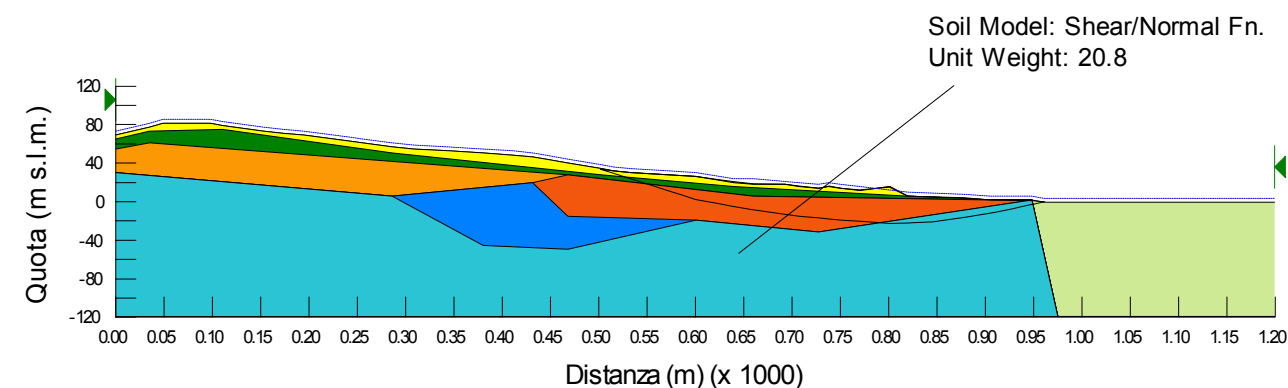


Figura 3-18: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 4-7 nella sezione geologica IV

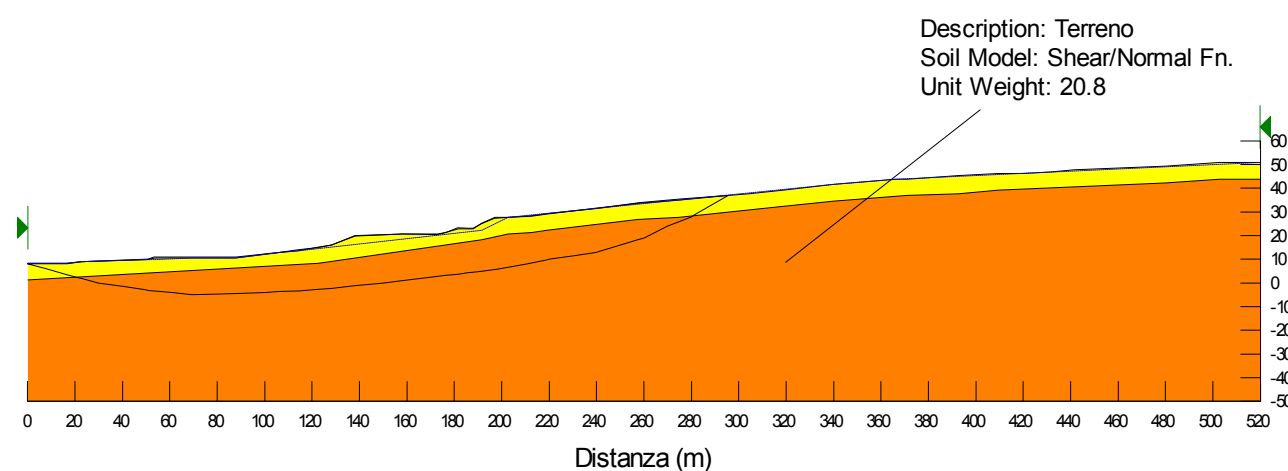


Figura 3-19: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 1a nella sezione geotecnica 1

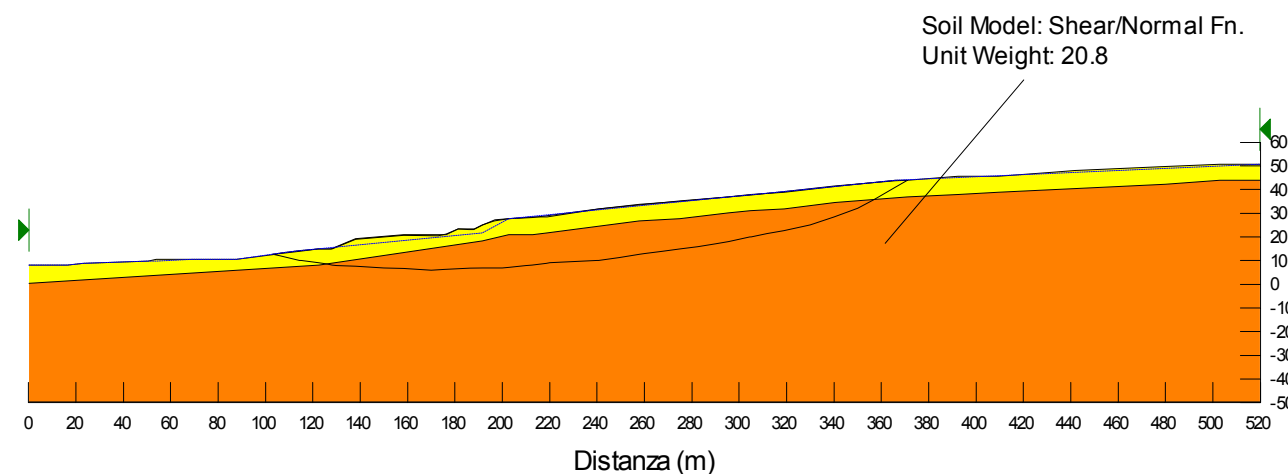


Figura 3-20: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 1b nella sezione geotecnica 1

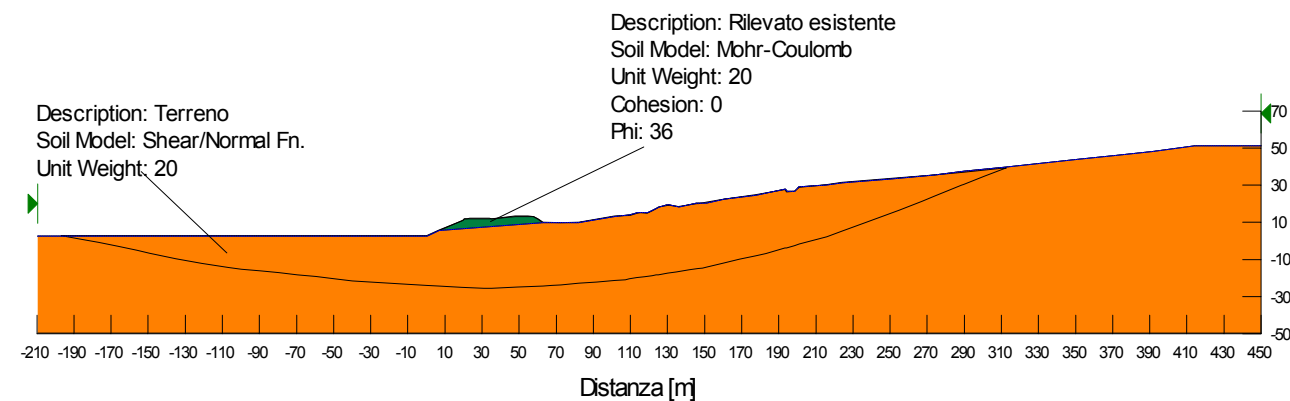


Figura 3-21: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 4a nella sezione geotecnica 4

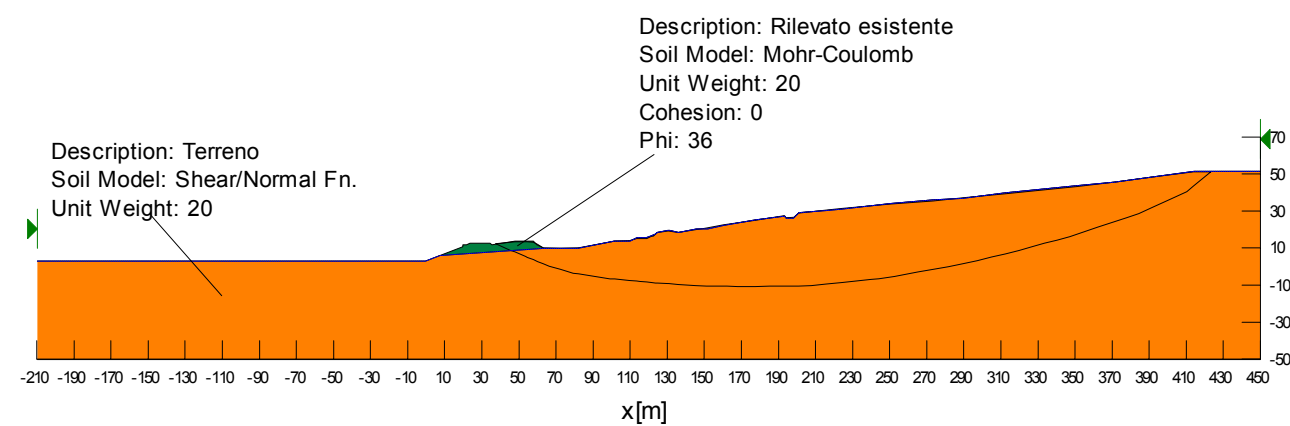


Figura 3-22: Analisi di stabilità in assenza di opere - Superficie di scorrimento n. 4b nella sezione geotecnica 4

Si rileva che:

- La Figura 3-15, Figura 3-16, Figura 3-17 e Figura 3-18 sono tratte dall'All.12 "Relazione sulle verifiche di Stabilità" facente parte degli studi a carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico commissionati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione Civile alla Commissione Tecnico-Scientifica presieduta dai Proff. Vincenzo Cotecchia e Gregorio Melidoro, citati nel seguito; in tale relazione la formazione delle argille plio-pleistoceniche è suddivisa in zone caratterizzate da differenti parametri di resistenza al taglio di picco (zone a colorazione differente); tale suddivisione non è rilevante ai fini delle verifiche di stabilità presentate in progetto, ove i parametri di resistenza al taglio introdotti sono quelli residui.

- Nella Figura 3-19 e Figura 3-20 è evidenziata nell'ambito della formazione delle argille plio-pleistoceniche una fascia superficiale di colore avana; anche in questo caso tale differenziazione non è rilevante ai fini delle verifiche di stabilità presentate in progetto, ove i parametri di resistenza al taglio introdotti sono quelli residui.

I risultati conseguiti dalle analisi sono riportati nella Tabella 3-1.

Tabella 3-1: Fattori di sicurezza individuati dall'analisi di stabilità riferiti alle condizioni attuali

	Superficie di scorrimento	Posizione della falda a partire dal p.c. [m]	F _s (-)
Sezione geologica IV	1 (61 m) ⁽¹⁾	+2.5	1.30
		+4.0	1.27
	4-7 (37 m) ⁽¹⁾	+2.5	1.57
		+4.0	1.48
Sezione geologica V	1 (97 m) ⁽¹⁾	+2.5	1.04
		+4.0	1.02
	2-9 (72 m) ⁽¹⁾	+2.5	1.04
		+4.0	1.01
Sezione geotecnica 1	1 a (20 m) ⁽¹⁾	-3.0	1.42
		0.0	1.33
		+2.5	1.15
		+4.0	1.05
	1 b (20 m) ⁽¹⁾	-3.0	1.35
		0.0	1.21
		+2.5	1.06
		+4.0	~1
Sezione geotecnica 4	4 a (34 m) ⁽¹⁾	0.0	1.49
		+2.5	1.36
		+4.0	1.27
		+6.0	1.16
	4 b (40 m) ⁽¹⁾	+8.0	1.04
		0.0	1.03
		+1.5	1.02
		+2.0	1.05

⁽¹⁾ Profondità massima della superficie di scorrimento
Nota: il segno + indica livelli piezometrici al di sopra del p.c.

Si rileva che:

- I risultati riportati nella Tabella 3-1 sono del tutto in linea con:
 - Le risultanze degli studi commissionati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione Civile alla Commissione Tecnico-Scientifica presieduta

dai Proff. Vincenzo Cotecchia e Gregorio Melidoro; si fa in particolare riferimento ai seguenti elaborati:

❖ Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Presidenza della Regione Molise, Movimenti Franosi nel Comune di Petacciato (Provincia di Campobasso), Studi, Rilevamenti dell'Area in Frana, Indagini e Orientamenti Progettuali – Studi, Rilevamenti dell'Area In Frana e Indagini (Giugno 2002):

- All.00 – Relazione Generale
- All.02/a – Carta Geologica e Geomorfologica
- All.02/b – Andamento Livelli Piezometrici nel versante in Frana
- All.02/f – Deformate Inclino metriche
- All.04 – Stratigrafie dei Sondaggi Geognostici (Regione Molise)
- All.07 – Rilievi Inclino metrici e Piezometrici
- All.11 – Relazione Geotecnica
- All.12 – Relazione sulle Verifiche di Stabilità.

I risultati di tali studi hanno già costituito una base di dati per il progetto di ricerca finanziato dalla Comunità Europea LessLoss (www.lessloss.org) e sono raccolti in una monografia dedicata al sito di Petacciato inclusa tra gli elaborati del progetto Lessloss (conclusosi ad Agosto 2007).

- ❖ Le risultanze degli studi effettuati dalla società Autostrade nell'ambito del progetto ANIDRO.
- Dai risultati riportati in Tabella 3-1 è evidente che condizioni d'incipiente rottura diventano compatibili solo grazie alla concomitanza di due fattori:
 - parametri di resistenza residui "operativi" lungo le superfici di scorrimento ipotizzate in linea con quelli determinati in laboratorio con prove di taglio anulare (cfr. paragrafo 3.3.1.6.3);
 - pressioni interstiziali negli strati profondi elevate, dell'ordine di quelle registrate nei piezometri installati nell'area di frana (cfr. paragrafo 3.3.2.1).

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, risulta difficile fare fronte a movimenti gravitativi profondi, quali quelli analizzati in questa sede, con interventi di stabilizzazione convenzionali (pozzi di grande diametro, pali, dreni superficiali e profondi, ecc.); una riprova di ciò è data dal fatto che gli interventi realizzati a seguito dell'evento del 1979 non hanno impedito durante la riattivazione del 1991 il verificarsi di rilevanti spostamenti e danni alle infrastrutture di trasporto. Per i fenomeni gravitativi profondi non resta che procedere con (vedi ad esempio Melidoro & Mazzabotta, 1996):

- Il ricorso al monitoraggio e alla sorveglianza continua dell'area;

- Periodici interventi di manutenzione delle opere con totale o parziale interruzione del traffico. Il progetto e realizzazione della bretella in oggetto va inquadrato nell'ambito della necessità di ridurre i tempi di interruzione del traffico autostradale; in caso di nuove riattivazioni dei movimenti gravitativi profondi, le opere della bretella (costituite essenzialmente da rilevati di modesta altezza, localmente sostenuti al piede da setti di diaframma) risultano molto meno sensibili dei viadotti esistenti Cacchione e Marinella agli effetti degli spostamenti e comunque assai più rapidamente ripristinabili.

3.3.2.3.2 Condizioni sismiche

Descrizione del metodo di analisi

In condizioni di stabilità precarie, quali quelle individuate al paragrafo 3.3.2.3.2.1, testimoniate dalle riattivazioni periodiche di movimenti franosi profondi, gli effetti prodotti da eventi sismici risultano evidentemente non trascurabili.

L'effetto principale che il terremoto produce in un pendio potenzialmente instabile, infatti, è uno spostamento verso valle, la cui entità dipenderà dalle caratteristiche geometriche e meccaniche del corpo potenzialmente instabile e da quelle del terremoto stesso.

Un metodo di verifica appropriato deve perciò in primo luogo mirare a valutare la grandezza dello spostamento atteso sotto l'azione del terremoto di riferimento. I metodi statico-equivalenti convenzionali, quando anche conducano a stabilire che il coefficiente di sicurezza in condizioni sismiche scende sotto l'unità, non sono in grado di determinare quanto il pendio si muoverà.

Nell'approccio che seguito in progetto il punto chiave sta nel passare dalle forze che determinano l'equilibrio agli spostamenti permanenti che conseguono all'eventuale perdita dell'equilibrio stesso.

Il metodo oggi più impiegato per il calcolo degli spostamenti permanenti è il metodo di Newmark (1965). Tale metodo modella la massa di terreno potenzialmente instabile come un blocco rigido poggiante su di una base inclinata che si muove sotto la sollecitazione del terremoto (si veda la **fig.2.9**). Il blocco rigido mobilita una resistenza per attrito di tipo rigido-plastico, ossia non si ha movimento rispetto alla base fissa sino a che l'accelerazione indotta dal sisma non supera un determinato valore di soglia, oltre il quale si genera uno spostamento relativo.

Il valore chiave per la valutazione dello spostamento del blocco rigido è stato individuato da Newmark nell'accelerazione critica, ossia quel valore dell'accelerazione del terreno necessaria a mobilitare la massa potenzialmente instabile, per la quale cioè il coefficiente di sicurezza convenzionale in condizioni sismiche diviene unitario. L'accelerazione critica è definita come $a_c = K_c \cdot g$, dove il fattore di accelerazione critica K_c è pari al coefficiente sismico orizzontale in grado di produrre un coefficiente di sicurezza pari a 1 in una analisi pseudo-statica di stabilità del pendio, mentre g è l'accelerazione di gravità.

Il significato dell'accelerazione critica è illustrato nella **fig.2.10**, in cui sono riportati un'accelerogramma e una linea orizzontale corrispondente all'accelerazione critica del corpo potenzialmente instabile. Se l'accelerogramma contiene un picco inferiore all'accelerazione critica, non si manifesterà alcuno spostamento relativo tra il blocco e la base; nel caso contrario, il metodo prevede l'integrazione della porzione di accelerogramma posta al di sopra del valore di accelerazione critica, determinando in tal modo la velocità e lo spostamento relativo (permanente) del blocco.

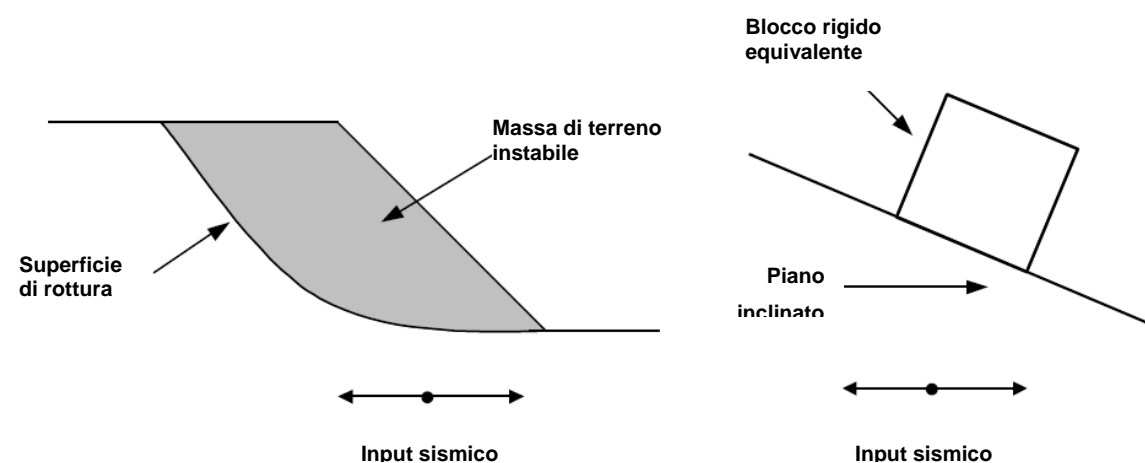


Figura 3-23: Schema dell'analogia tra massa di terreno instabile e blocco rigido secondo Newmark (1965)

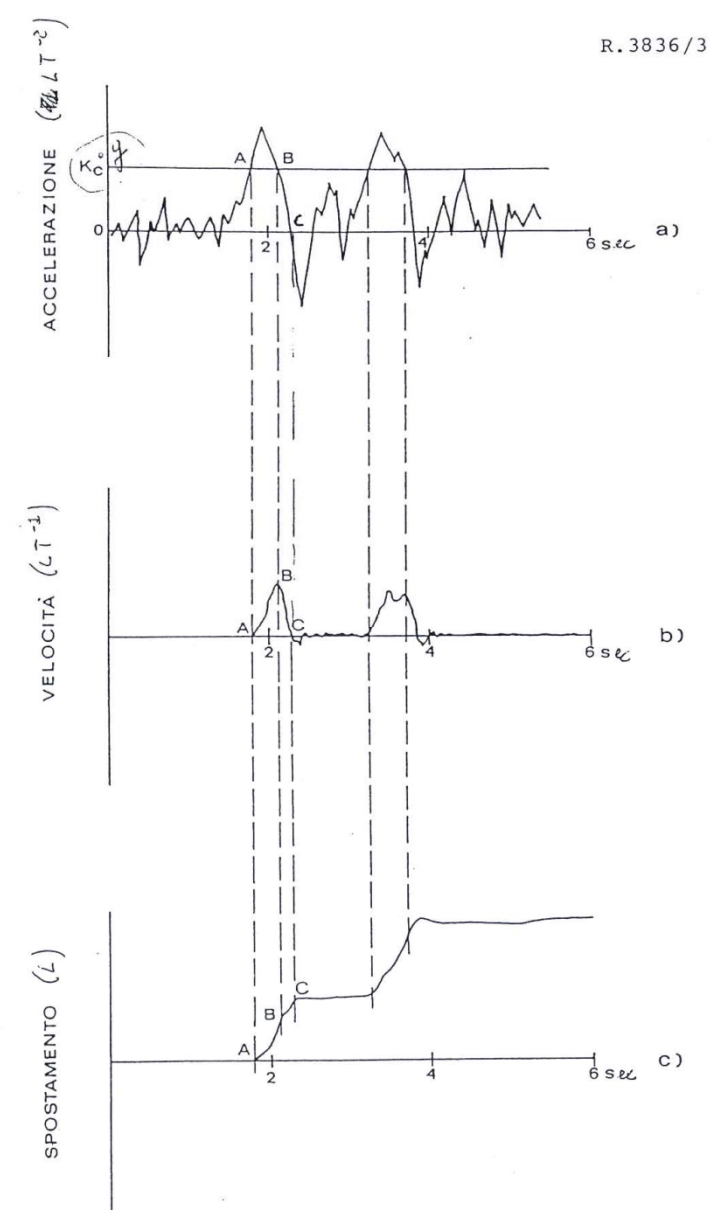


Figura 3-24: Schema di calcolo dello spostamento a partire dall'accelerogramma

Calcolo del fattore di accelerazione critica K_c

Nel progetto, la determinazione del fattore di accelerazione critica K_c è stata effettuata con il metodo dell'equilibrio limite globale utilizzando il codice di calcolo SLOPE-W, versione 4.24. In particolare, sono state ripetute le analisi descritte nel paragrafo 3.3.2.3.2.1 introducendo una forza orizzontale statica equivalente tale da portare la massa di terreno potenzialmente instabile in condizioni limite caratterizzate da coefficienti di sicurezza pari a 1. Laddove già in condizioni statiche si hanno coefficienti di sicurezza pari a 1, il fattore di

accelerazione critica K_c è, per definizione, pari a zero. Nella **tab.2.3** sono riportati i risultati conseguiti per tutti i casi considerati nel paragrafo 3.3.2.3.2.1.

Tabella 3-2: Fattore di accelerazione critico K_c e spostamenti attesi riferiti alle condizioni attuali

	Sup.	Posizione della falda a partire dal p.c. [m]	K_c (g)	Spostamenti attesi (cm)		
				Friuli 981 EV	Lazio Abruzzo 384 NS	Friuli 120 NS
Sezione geologica	1 (61m) ⁽¹⁾	+2.5	0.025	1.9	0.7	0.4
		+4.0	0.022	2.6	0.8	0.5
	4-7 (37m)	+2.5	0.042	0.2	0.2	0.2
		+4.0	0.035	0.6	0.3	0.2
Sezione geologica	1 (97m) ⁽¹⁾	+2.5	0.004	15.3	4.8	7.4
		+4.0	0.002	22.3	7.8	12.3
	2-9 (72m)	+2.5	0.004	15.3	4.8	7.4
		+4.0	0.001	29.4	12.3	17.8
Sezione	1-a (20m)	-3.0	0.045	6.1	0.1	0.2
		0.0	0.035	8.5	0.2	0.5
		+2.5	0.016	16.1	1.5	2.1
		+4.0	0.005	34.2	5	10.6
	1-b (20m)	-3.0	0.040	7.2	0.1	0.3
		0.0	0.024	12.2	0.6	1.0
		+2.5	0.006	30.8	4.4	9.2
		+4.0	0.0	97.1	42.1	45.0
Sezione	4-a (34m)	0.0	0.04	0.3	0.2	0.2
		+2.5	0.03	1.1	0.5	0.3
		+4.0	0.02	3.2	0.9	0.6
		+6.0	0.01	7.8	2.2	2.5
	4-b (40m)	+8.0	0.0	51.8	38.9	30.4
		0.0	0.01	7.8	2.2	2.5
		+1.5	0.005	13.1	4.1	6.2
		+2.0	0	51.8	38.9	30.4

⁽¹⁾ Profondità massima della superficie di scorrimento
Nota: il segno + indica livelli piezometrici al di sopra del p.c.

- Valutazione della risposta sismica locale in condizioni di campo libero e superficie topografica orizzontale, tenendo conto del profilo di deformabilità del sito (vedi l'argomento "Risposta sismica locale" riportato nel seguito).

Accelerogrammi su suolo rigido

Sono stati individuati accelerogrammi registrati ("reali") su suolo rigido, quale quello che si incontra nel sito in esame a profondità elevate (circa 200 m); come criterio di selezione si sono usati intervalli di valori di magnitudo (M_w) e, se possibile, distanza epicentrale (d) rappresentativi di quelli che hanno causato i risentimenti maggiori. In particolare, sulla base dell'analisi di disaggregazione di cui al progetto DPC-INGV-S1 (Montaldo, 2007) si tratta di eventi sismici con valori di magnitudo compresi tra $5 < M_w < 6$ e distanze comprese tra 20 e 30 km. La necessità di reperire registrazioni con valori di accelerazione di picco in prossimità del valore massimo indicato dal livello di pericolosità (accelerazione massima su suolo rigido $a_g=0.125g$ per un periodo di ritorno di 1000 anni) ha obbligato a considerare distanze epicentrali inferiori (6-15 km).

Le caratteristiche salienti degli accelerogrammi reali, da scalare per l'analisi a un valore di $a_g=0.125g$, sono sintetizzate in Tabella 3-3; gli accelerogrammi non scalati sono illustrati in **fig.2.11**.

Tabella 3-3: Caratteristiche salienti degli accelerogrammi reali utilizzati nelle analisi

Terremoto Data	Magnitudo M_w	Stazione	Profilo del suolo al sito di registrazione	Sigla identificativa	Distanza epicentrale (Km)	Componente del moto	a_g (g)
Friuli 16/09/1977	5.4	Tolmezzo	A ⁽¹⁾	981 EW	11	EW	0.09
Lazio-Abruzzo (aftershock) 11/05/1984	5.5	Villetta Barrea	A ⁽¹⁾	384 NS	6	NS	0.15
Friuli (aftershock) 11/09/1976	5.5	San Rocco	B ⁽¹⁾	120 NS	15	NS	0.09

⁽¹⁾ Vedi Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. Gennaio 2008

Accelerogrammi di progetto

Il sito in esame è caratterizzato da un profilo di V_s inferiore a 700÷800 m/s fino a profondità dal p.c. dell'ordine di 200 m (cfr. paragrafo 3.3.1.6.3). La definizione degli accelerogrammi di progetto da utilizzare nelle analisi ha richiesto pertanto i seguenti passi:

- Definizione di accelerogrammi in condizioni di campo libero su suolo rigido con superficie topografica orizzontale, compatibili con il grado di sismicità del sito (vedi l'argomento "Accelerogrammi su suolo rigido" riportato nel seguito).

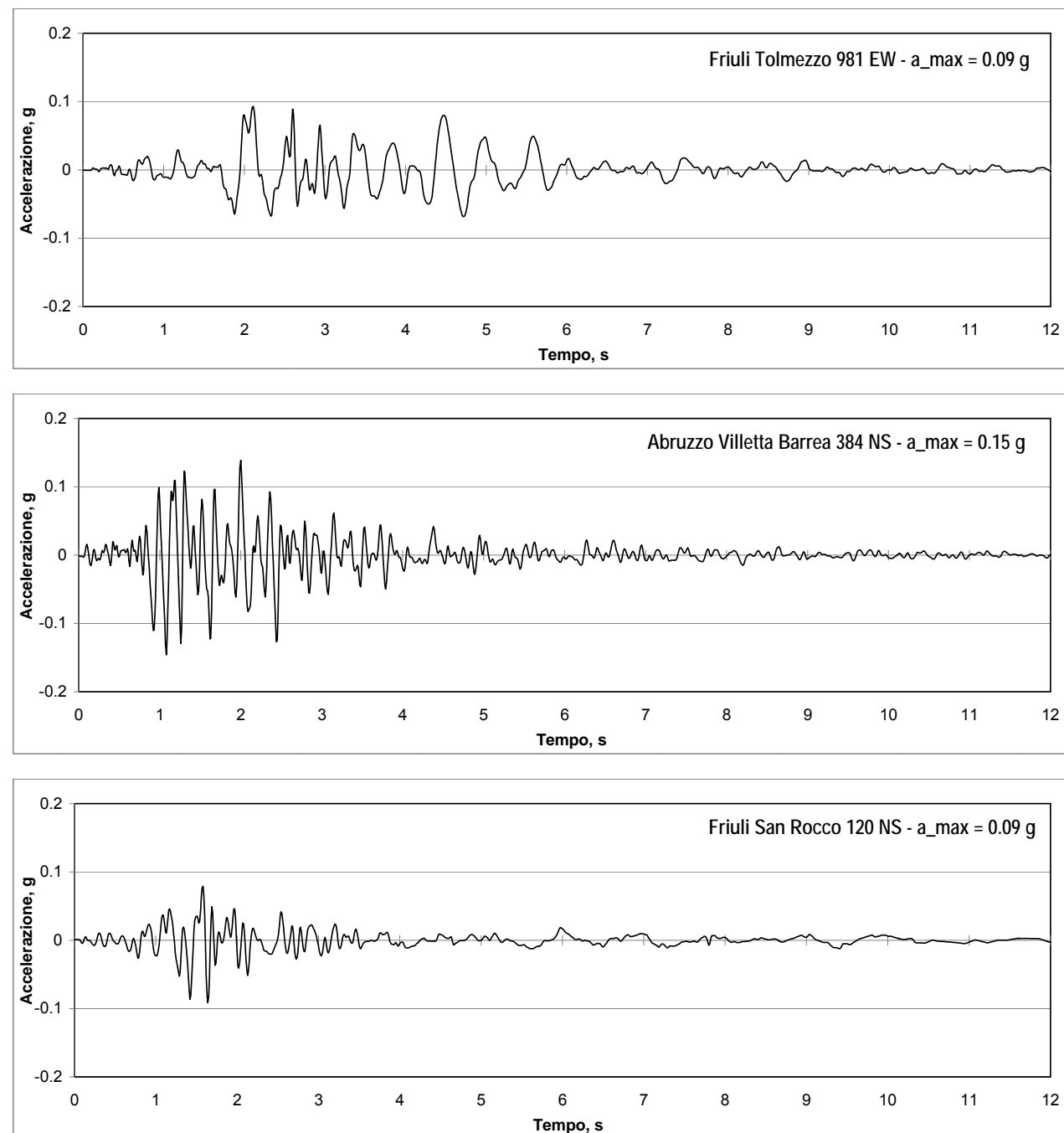


Figura 3-25: Accelerogrammi utilizzati nelle analisi 1D, non scalati, (12s iniziali)

Risposta sismica locale

Le analisi di propagazione monodimensionale, volte alla determinazione della risposta sismica locale, sono state svolte impiegando il programma di calcolo EERA (Bardet et al., 2000), che propaga verticalmente un assegnato segnale di accelerazione $a=a(t)$ definito in superficie (condizioni cosiddette di "outcropping"), riportato dal programma alla base del profilo di terreno considerato.

Nel programma di calcolo il comportamento sforzo-deformazione del terreno è descritto da un modello alla Kelvin-Voigt (visco-elastico lineare) come illustrato in Figura 3-26. Nel caso di propagazione di onde S, o trasversali, si induce nel suolo una deformazione di taglio puro; lo sforzo di taglio τ dipende dalla deformazione di taglio γ e dalla velocità di deformazione $\dot{\gamma}$, secondo l'equazione:

$$\tau = G \gamma + \eta \dot{\gamma}$$

dove con η si indica la costante di viscosità del materiale.

Rimandando al manuale d'uso di EERA per ulteriori dettagli, si osserva come esso approssimi il comportamento non lineare ed isteretico del materiale attraverso un'approssimazione lineare-equivalente, come rappresentato nella curva sforzi deformazioni di Figura 3-27. Il modulo di taglio equivalente G viene assunto in ogni passo di calcolo pari al modulo di taglio secante G_s , funzione della ampiezza di deformazione di taglio γ . Inoltre, il fattore di smorzamento lineare equivalente ξ è tale da produrre in un singolo ciclo la stessa dissipazione di energia del materiale reale, caratterizzato da un comportamento sforzo-deformazione di tipo isteretico.

La descrizione del comportamento del materiale impiega curve di degrado del modulo di taglio e di corrispondente incremento del fattore di smorzamento, entrambi funzione della deformazione massima raggiunta. Curve di degrado da bibliografia per materiali argillosi, qui impiegate, sono già definite all'interno del codice di calcolo EERA (vedi fig.2.14).

Il modello 1D utilizzato nelle analisi è stato esteso fino a 200 m di profondità dal p.c., ove le velocità delle onde di taglio raggiungono valori dell'ordine di 700÷800 m/s (cfr. paragrafo 3.3.1.6.3).

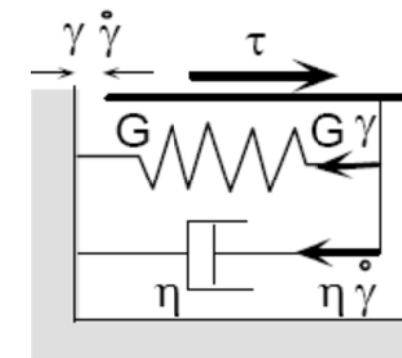


Figura 3-26: Rappresentazione schematica del modello costitutivo del terreno alla Kelvin-Voigt implementato in EERA

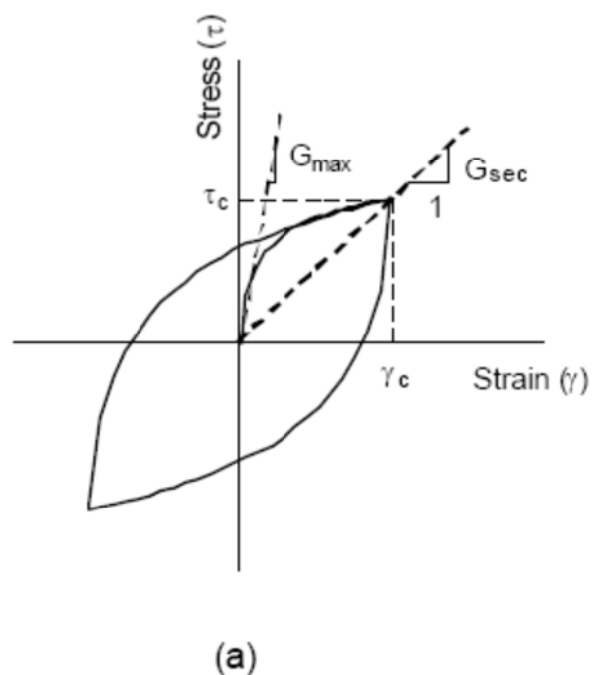


Figura 3-27: Modello lineare equivalente - Curva sforzi deformazioni con dissipazione per isteresi e degrado del modulo di taglio

Le analisi sono state ripetute per tutti gli accelerogrammi selezionati, scalati all'accelerazione di riferimento su suolo rigido per il sito di Petacciato (0.125g).

Gli andamenti con la profondità delle accelerazioni massime ottenute dall'analisi di risposta sismica locale sono riportati nella Figura 3-29.

Gli accelerogrammi ottenuti dalle analisi a tre profondità dal piano campagna significative sono riportati nella Figura 3-30, Figura 3-31 e Figura 3-32.

Si rileva che nel caso specifico il coefficiente di amplificazione stratigrafica risulta essere dell'ordine di 1.4.

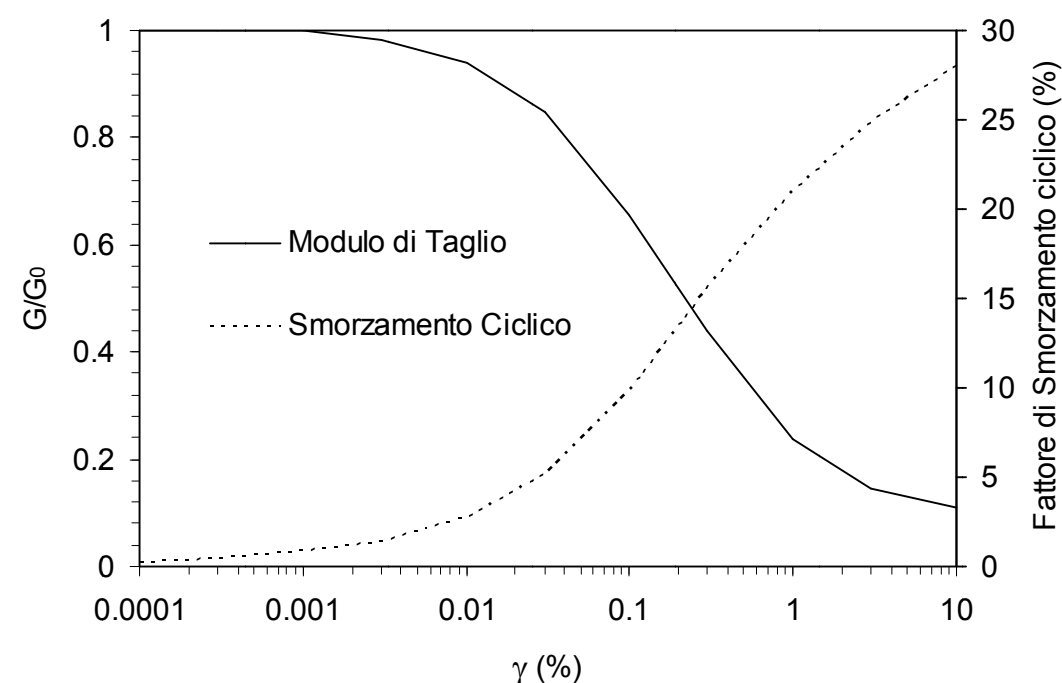


Figura 3-28: Curve di degrado del modulo di taglio e dello smorzamento ciclico in funzione della deformazione di taglio disponibili in EERA per materiali argillosi

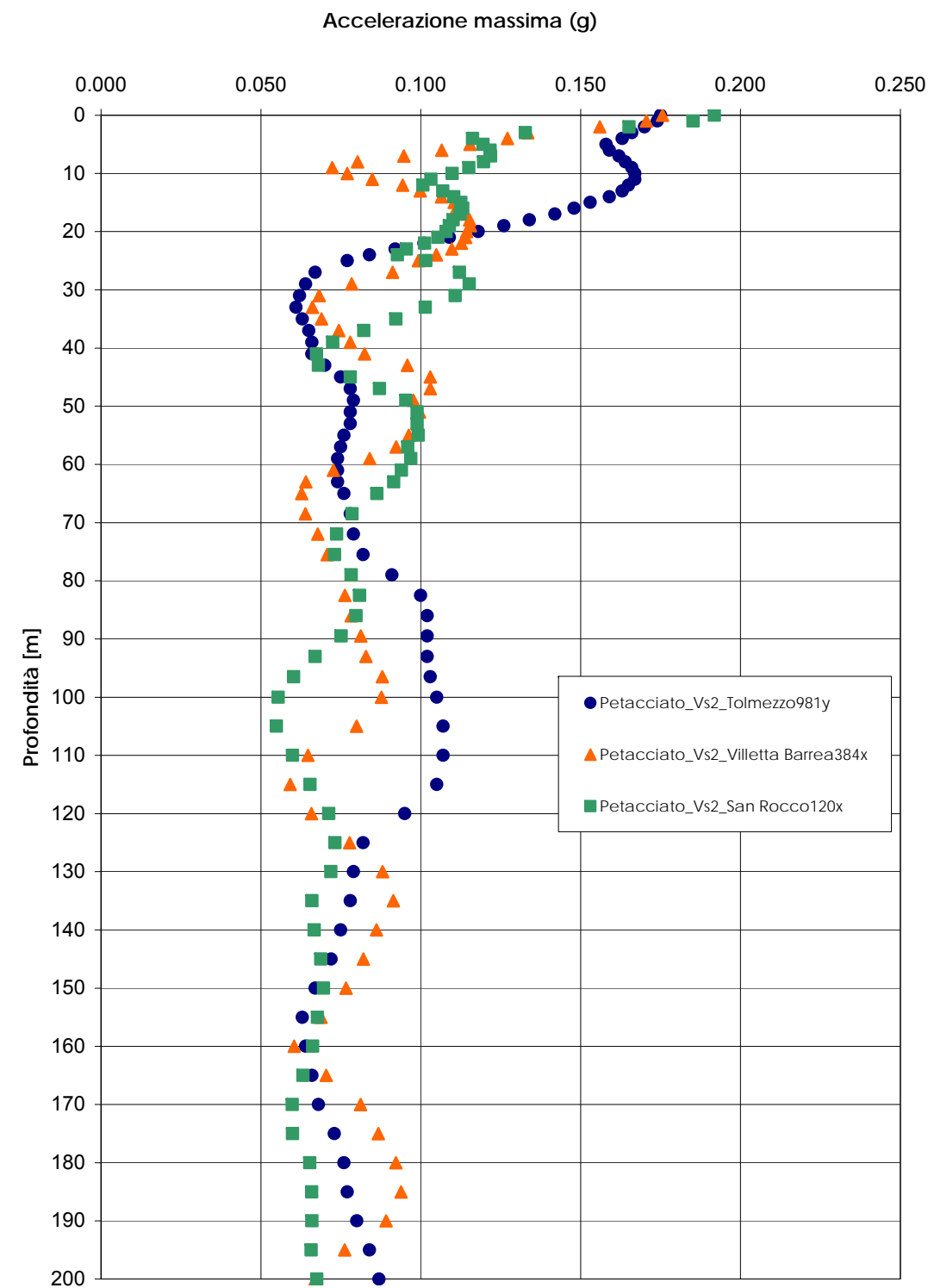


Figura 3-29: Andamenti dell'accelerazione massima con la profondità ottenuti dall'analisi di risposta sismica locale

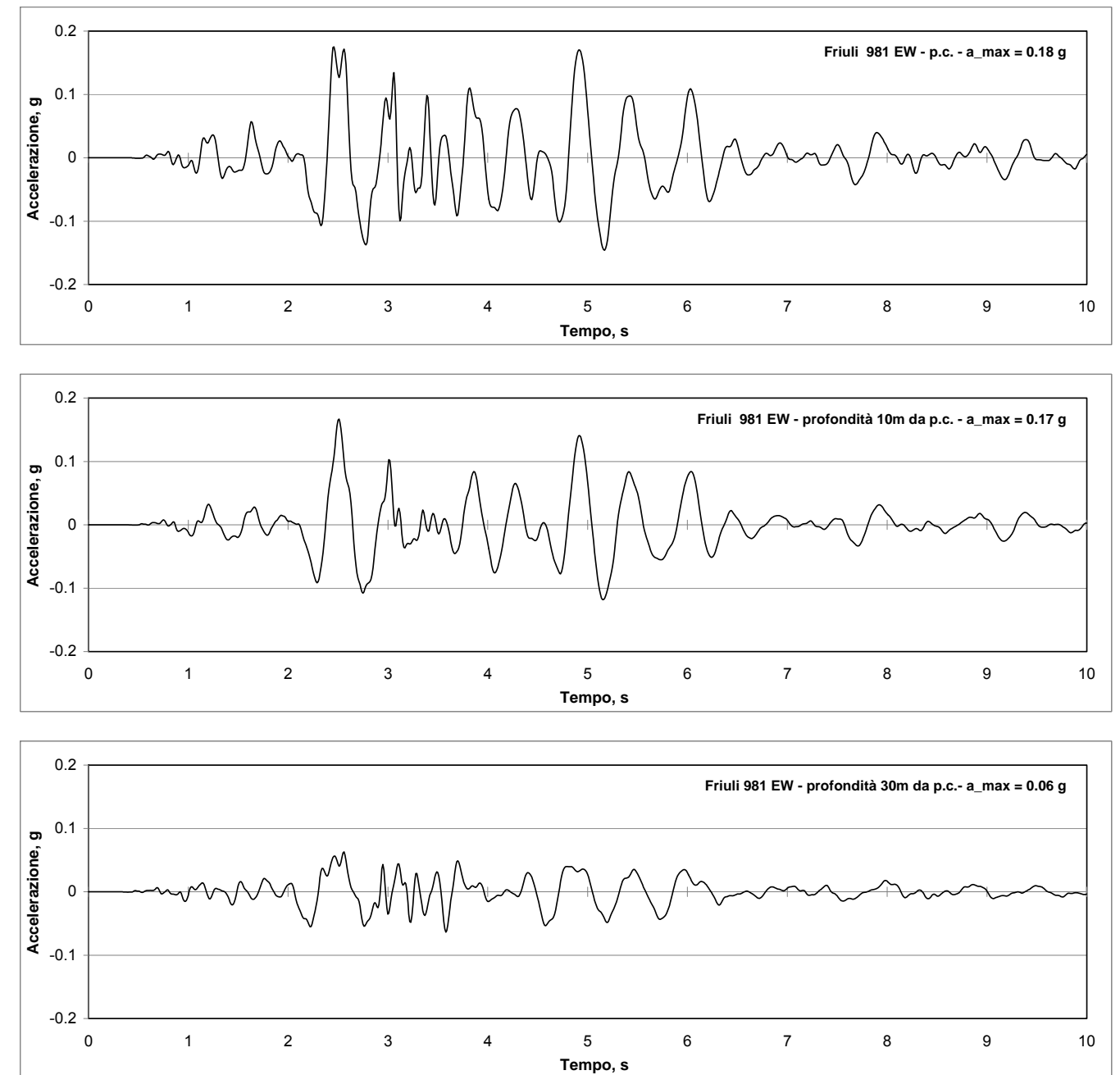


Figura 3-30: Accelerogrammi ottenuti dall'analisi di risposta sismica locale a diverse profondità - Terremoto Friuli Stazione Tolmezzo

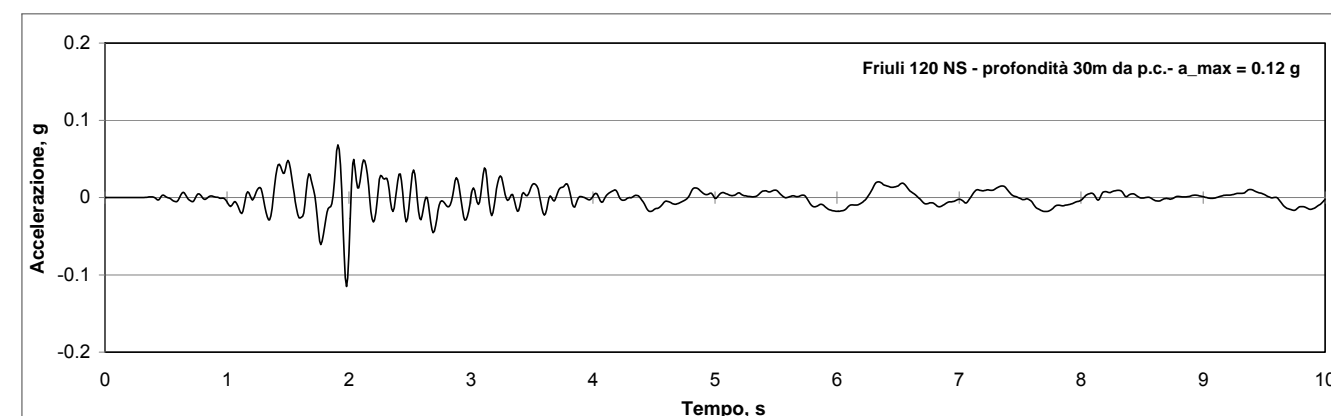
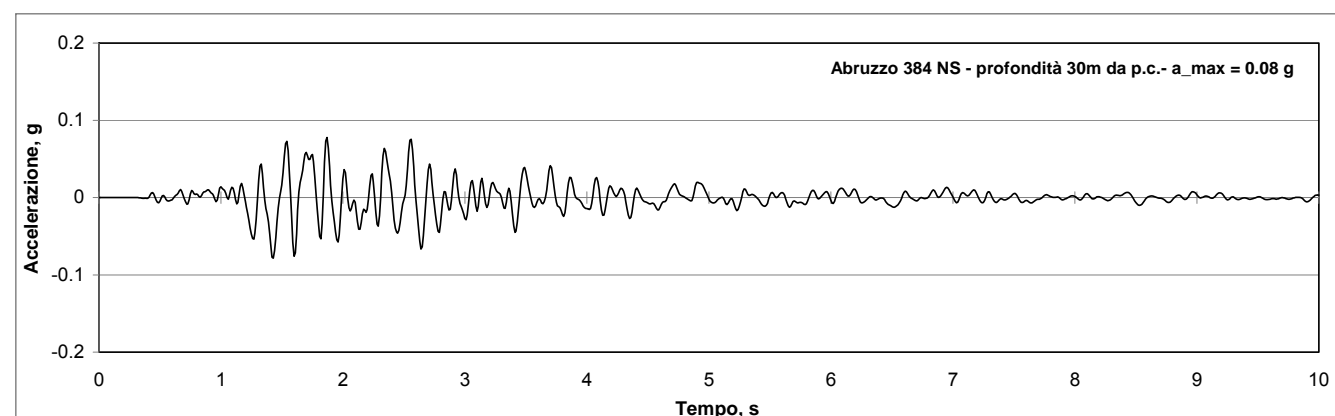
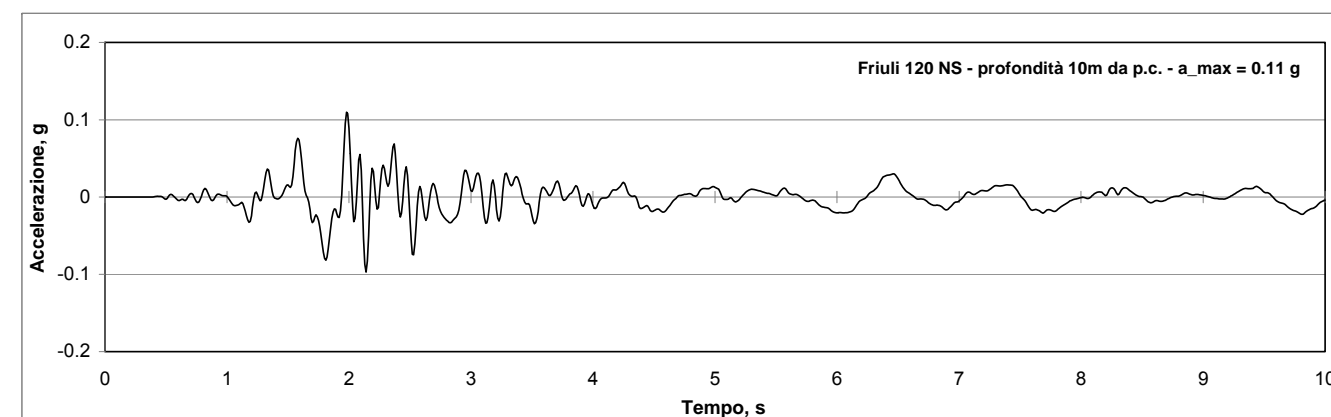
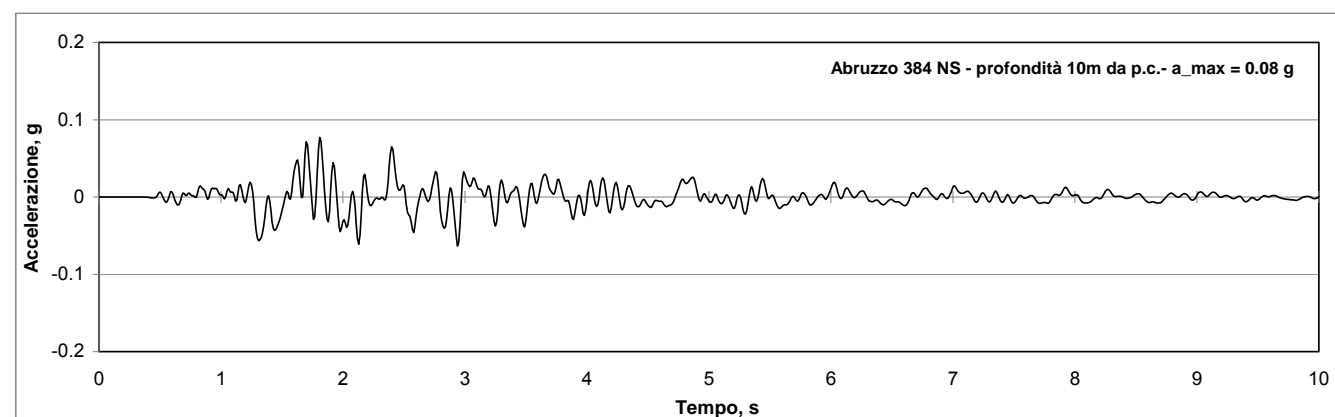
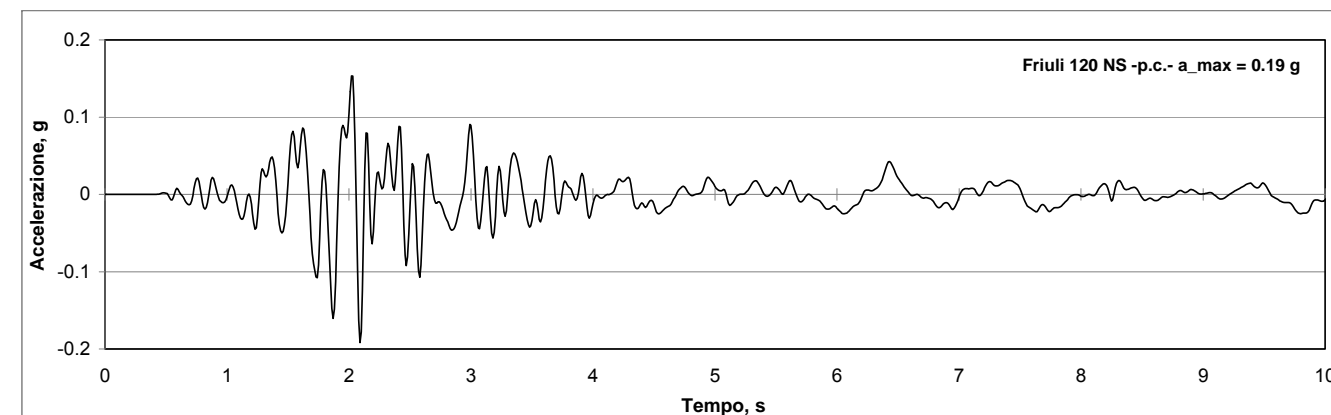
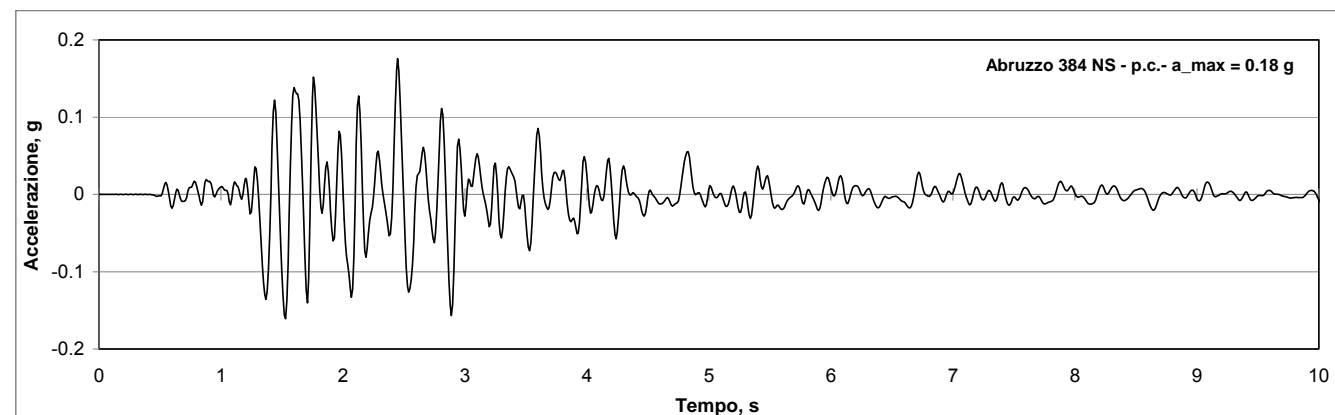


Figura 3-31: Accelerogrammi ottenuti dall'analisi di risposta sismica locale a diverse profondità - Terremoto Lazio-Abruzzo Stazione Villetta Barrea

Figura 3-32: Accelerogrammi ottenuti dall'analisi di risposta sismica locale a diverse profondità - Terremoto Friuli Stazione San Rocco.

Risultati delle analisi alla Newmark

Le analisi alla Newmark sono state effettuate con l'ausilio del codice di calcolo "Newmark - Slope Performance during an Earthquake" (Jibson et al., 2003). A ciascuna superficie di scivolamento analizzata (cfr. paragrafo 3.3.2.1) sono stati associati i valori di K_c riportati nella Tabella 3-4 e gli accelerogrammi ottenuti dalla risposta sismica locale; per le superfici di scorrimento passanti ad una profondità massima fino a 20 m sono stati utilizzati gli accelerogrammi ottenuti a 10 m di profondità; per le superfici di scorrimento più profonde sono stati utilizzati gli accelerogrammi ottenuti a 30 m di profondità.

I risultati delle analisi sono riportati nella Tabella 3-4.

Gli spostamenti massimi attesi associabili a eventi sismici associabili al livello di pericolosità considerato (cfr. paragrafo 3.3.2.1) e a coefficienti di sicurezza in condizioni statiche poco superiori a 1 sono dell'ordine di 40÷60 cm. Nel caso di concomitanza dell'evento sismico con condizioni idrogeologiche sfavorevoli (coefficienti di sicurezza in condizioni statiche pari a 1) i valori suddetti possono diventare anche dell'ordine di 1 m.

Tabella 3-4: Fattore di accelerazione critico K_c e spostamenti attesi riferiti alle condizioni attuali

	Sup.	Posizione della falda a partire dal p.c. [m]	K_c (g)	Spostamenti attesi (cm)		
				Friuli 981 EV	Lazio Abruzzo 384 NS	Friuli 120 NS
Sezione geologica	1 (61m) ⁽¹⁾	+2.5	0.025	1.9	0.7	0.4
		+4.0	0.022	2.6	0.8	0.5
	4-7 (37m)	+2.5	0.042	0.2	0.2	0.2
		+4.0	0.035	0.6	0.3	0.2
Sezione geologica	1 (97m) ⁽¹⁾	+2.5	0.004	15.3	4.8	7.4
		+4.0	0.002	22.3	7.8	12.3
	2-9 (72m)	+2.5	0.004	15.3	4.8	7.4
		+4.0	0.001	29.4	12.3	17.8
Sezione	1-a (20m)	-3.0	0.045	6.1	0.1	0.2
		0.0	0.035	8.5	0.2	0.5
		+2.5	0.016	16.1	1.5	2.1
		+4.0	0.005	34.2	5	10.6
	1-b (20m)	-3.0	0.040	7.2	0.1	0.3
		0.0	0.024	12.2	0.6	1.0
		+2.5	0.006	30.8	4.4	9.2
		+4.0	0.0	97.1	42.1	45.0
Sezione	4-a (34m)	0.0	0.04	0.3	0.2	0.2
		+2.5	0.03	1.1	0.5	0.3
		+4.0	0.02	3.2	0.9	0.6
		+6.0	0.01	7.8	2.2	2.5
		+8.0	0.0	51.8	38.9	30.4
	4-b (40m)	0.0	0.01	7.8	2.2	2.5
		+1.5	0.005	13.1	4.1	6.2
		+2.0	0	51.8	38.9	30.4

⁽¹⁾ Profondità massima della superficie di scorrimento
Nota: il segno + indica livelli piezometrici al di sopra del p.c.

3.3.2.3.3 Verifiche di stabilità – in presenza della bretella in progetto

Il progetto della bretella è stato concepito in modo tale da non alterare significativamente la morfologia e quindi le condizioni di stabilità del versante nei confronti di fenomeni gravitativi profondi, come quelli che si riattivano periodicamente (cfr. paragrafo 3.3.2.1).

A dimostrazione di ciò sono state effettuate analisi di stabilità, analoghe a quelle descritte nel paragrafo 3.3.2.3.2.1, in presenza delle opere.

Nelle analisi in presenza di opere sono state considerate, in particolare, le situazioni che si determinano in corrispondenza delle sezioni geotecniche 1 e 4 (Figura 3-33, Figura 3-34, Figura 3-35, Figura 3-36); nella Figura 3-33 e nella Figura 3-34 è rappresentato lo scavo che verrà sostenuto da una paratia di pali tirantata; nella Figura 3-35 e nella Figura 3-36 è rappresentato il rilevato della bretella.

In analogia a quanto effettuato nel paragrafo 3.3.2.3.2.1, le analisi di stabilità sono state condotte con riferimento alle superfici di scorrimento n. 1-a e 1-b (sezione geotecnica 1) e alle superfici di scorrimento n. 4-a e 4-b (sezione geotecnica 4).

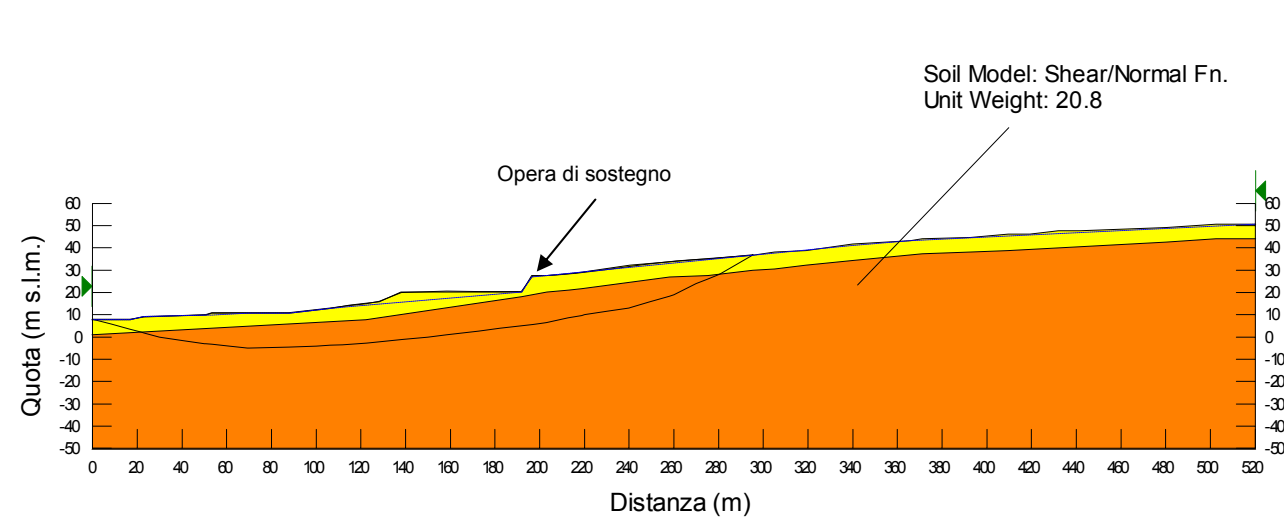


Figura 3-33: Analisi di stabilità in presenza di opere - Superficie di scorrimento n. 1a nella sezione geotecnica 1

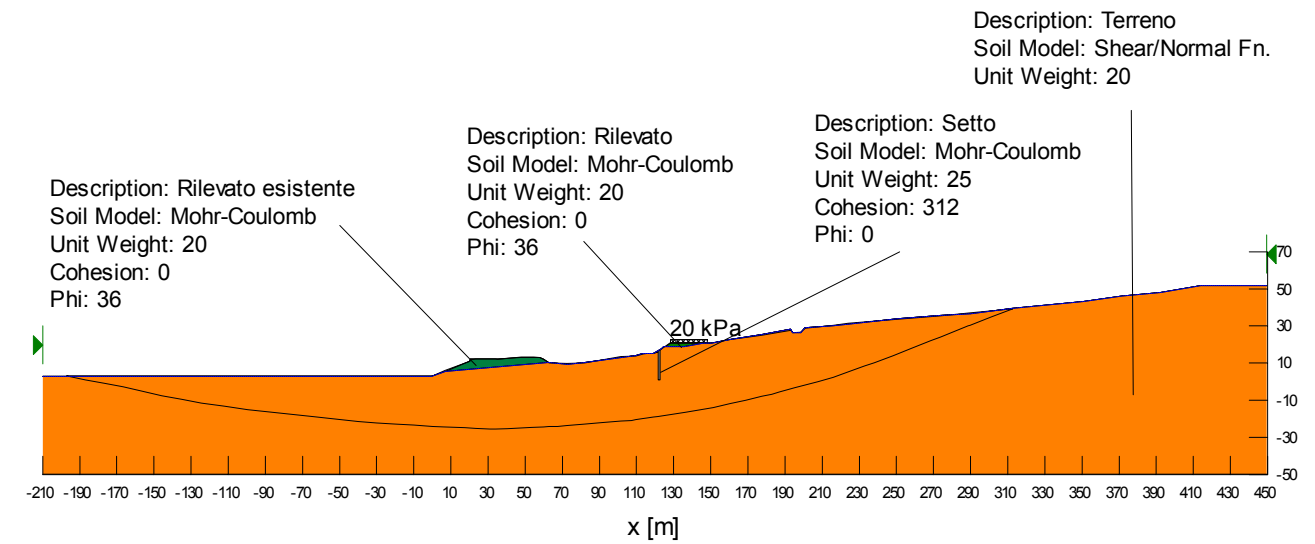


Figura 3-35: Analisi di stabilità in presenza di opere - Superficie di scorrimento n. 4a nella sezione geotecnica 4

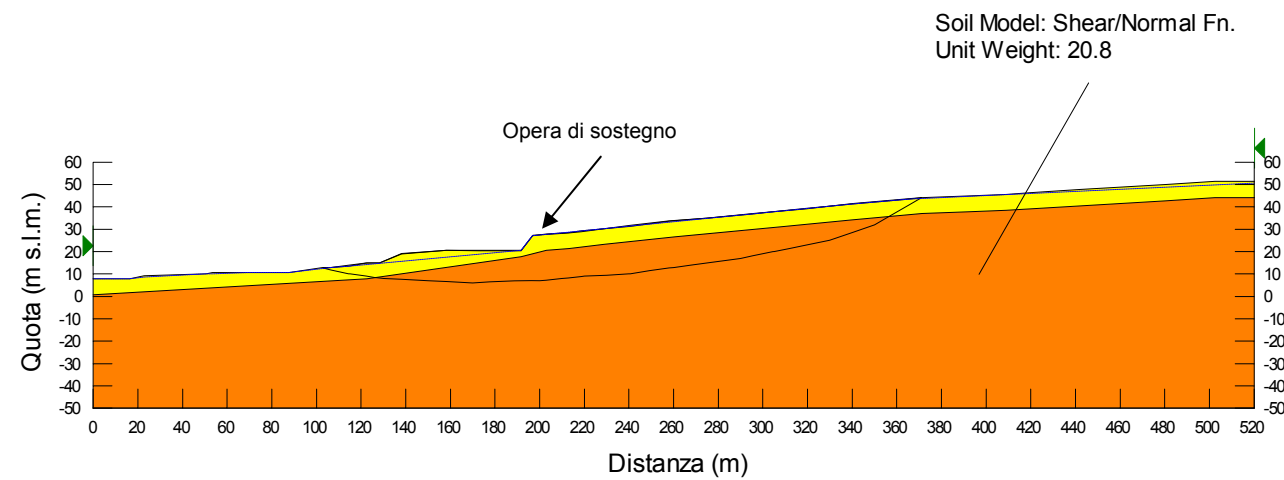


Figura 3-34: Analisi di stabilità in presenza di opere - Superficie di scorrimento n. 1b nella sezione geotecnica 1

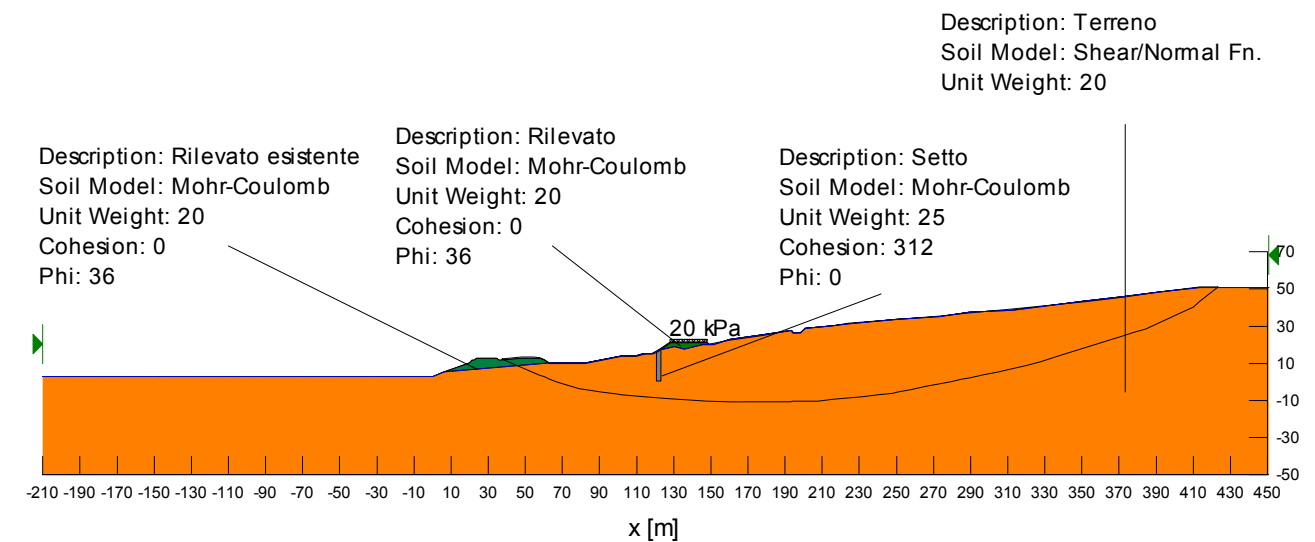


Figura 3-36: Analisi di stabilità in presenza di opere - Superficie di scorrimento n. 4b nella sezione geotecnica 4

I risultati delle analisi di stabilità in condizioni statiche sono riportate nella Tabella 3-5; il confronto con la Tabella 3-1 indica che i coefficienti di sicurezza in presenza delle opere sono sostanzialmente comparabili a quelli della condizione attuale, *ante-operam*. Analoghe considerazioni valgono per le condizioni sismiche; infatti, poiché il coefficiente di sicurezza in condizioni statiche non cambia, non viene modificato neppure il fattore di accelerazione critica e lo spostamento permanente atteso.

Come già anticipato, ai fini dei fenomeni d'instabilità superficiale, la costruzione della bretella può condurre ad un miglioramento rispetto alle condizioni attuali.

Tabella 3-5: Fattori di sicurezza individuati dall'analisi di stabilità in presenza della bretella in progetto

	Sup.	Posizione della falda a partire dal p.c. [m]	F _s
Sezione geotecnica 1	1-a(20m) ⁽¹⁾	-3.0	1.42
		0.0	1.33
		+2.5	1.15
		+4.0	1.05
	1-b(20m) ⁽¹⁾	-3.0	1.33
		0.0	1.20
		+2.5	1.04
		+4.0	~1
Sezione geotecnica 4	4-a(34m) ⁽¹⁾	0.0	1.49
		+8.0	1.04
	4-b(40m) ⁽¹⁾	0.0	1.13
		+2.0	1.06

⁽¹⁾ Profondità massima della superficie di scorrimento

3.3.2.4 Compatibilità geologica

Considerando lo Studio di Compatibilità geologica di progetto emerge quanto segue.

La bretella autostradale, che sarà realizzata principalmente in rilevato, attraversa l'area di frana in corrispondenza del piede della stessa; sebbene il rilevato non presenti dimensioni tali da potere rappresentare una vera banca stabilizzante, è intuitivo pensare che esso non sia in grado di pregiudicare la situazione di equilibrio precario del pendio (legata a meccanismi di scala ben più ampia), ma che possa fornire un minimo contributo alla stabilità di parte della frana. Per quanto concerne la stabilità locale questa risulta assicurata dalle opere di presidio previste al piede del rilevato (setti di diaframmi).

Al fine di definire in maniera analitica le condizioni di equilibrio del corpo di frana e di confrontare lo stato attuale con la situazione conseguente all'inserimento degli interventi di progetto, sono state eseguite apposite verifiche geotecniche di stabilità, presentate nell'elaborato progettuale "Relazione di stabilità del versante in frana", condotte ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

Le verifiche consistono in calcoli geotecnici finalizzati a valutare il bilancio delle forze agenti sulla massa instabile.

Confrontando i risultati di tali verifiche di stabilità, condotte con riferimento a differenti scenari di quota della falda e alle due sezioni trasversali più significative per l'area della bretella, si ottengono i valori dei fattori di sicurezza riportati nella Tabella 3-6.

Tabella 3-6: Valori dei fattori di sicurezza "Fs"

Sezione geotecnica	Superficie di scorrimento	Fs attuale	Fs in presenza della bretella
1	1-a	1.05 ÷ 1.42	1.05 ÷ 1.42
	1-b	1.00 ÷ 1.35	1.00 ÷ 1.33
4	4-a	1.04 ÷ 1.49	1.04 ÷ 1.49
	4-b	1.05 ÷ 1.12	1.06 ÷ 1.13

Le sezioni e le superfici di scorrimento assunte come riferimento per i calcoli sono illustrate nelle figure riportate al paragrafo 3.3.2.2.

Per dettagli sulle modalità di calcolo e sui criteri seguiti per l'individuazione delle superfici di scorrimento si rimanda al paragrafo sopra citato.

Il fattore di sicurezza Fs indica quanto il pendio è prossimo al raggiungimento di condizioni di instabilità, precisamente:

- un valore di Fs minore di 1 caratterizza un pendio instabile;
- un valore di Fs uguale ad 1 caratterizza una situazione di equilibrio limite, potenzialmente instabile;

- un valore di Fs maggiore di 1 caratterizza un pendio stabile; quanto maggiore è il valore, tanto maggiori sono le condizioni di stabilità.

La condizione di stabilità del pendio e, di conseguenza, il valore di Fs può essere tipicamente alterata da variazioni del livello della falda o da variazioni morfologiche, ovvero da eventi che alterano il bilancio delle forze agenti sul corpo della frana.

La variabilità dei valori di Fs riportati in tabella per una stessa sezione è legata a diverse ipotesi sulla quota della falda. Si osserva che la situazione attuale del pendio è al limite dell'instabilità: il valore del fattore di sicurezza sulle diverse sezioni assume infatti valori molto prossimi all'unità, rappresentativi di una situazione di equilibrio limite. Ciò conferma la pericolosità dell'area della frana; il corpo di frana risulta come detto quiescente per lunghi periodi, ed i suoi movimenti vengono riattivati quando si manifestano modifiche dell'equilibrio di forze agenti tali da fare diminuire il valore di Fs al di sotto di 1.

Gli interventi di realizzazione della bretella non modificano se non in maniera trascurabile le azioni agenti sul pendio, e di conseguenza non determinano sostanziali cambiamenti del valore del fattore di sicurezza. Lo stesso sviluppo di tali interventi è estremamente ridotto quando confrontato con le dimensioni del corpo di frana; come precedentemente indicato essi introducono sostanzialmente una limitata modifica morfologica, oltre ad alcune opere di presidio e di sostegno che hanno effetti benefici unicamente sulla stabilità locale.

I calcoli analitici confermano dunque l'adeguatezza dell'approccio impiegato nello sviluppo del progetto della bretella, che è stato concepito in maniera da non alterare significativamente la morfologia e quindi le condizioni di stabilità del versante nei confronti di fenomeni gravitativi profondi come quelli che si riattivano periodicamente.

A seguito dell'analisi svolta si può evidenziare che:

- l'opera non modifica il livello di pericolosità geologica del territorio; essa non modifica infatti il livello di equilibrio del corpo di frana e quindi la probabilità di occorrenza di movimenti del corpo di frana, non essendo in grado, date le sue caratteristiche, di influenzare i meccanismi scatenanti i fenomeni di instabilità;
- al contrario, la sua realizzazione incrementa la possibilità di garantire la funzionalità dell'autostrada o quanto meno di contenere i tempi necessari per il ripristino dell'esercizio qualora si verificassero dei movimenti del corpo di frana, ed in tal modo consente di diminuire la vulnerabilità dell'infrastruttura autostradale a fronte di un evento di frana, intesa come potenziale "grado di perdita" risultante dal verificarsi di un fenomeno di una data "magnitudo", espressa in una scala di danno. Di conseguenza l'opera consente di ridurre il livello di rischio per il territorio circostante, definito analiticamente come prodotto della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione.

3.3.2.5 **Compatibilità idrogeologica**

3.3.2.5.1 Premessa

Lo Studio di Compatibilità è stato condotto in progetto ai sensi di quanto previsto da:

- Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, Comitato Istituzionale, Seduta del 29 Settembre 2006, Deliberazione n° 103;
- Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione. Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale del Fiume Biferno e Minori, con particolare riferimento all'Allegato 1: Normativa di Attuazione (assetto di versante e assetto idraulico).

Relativamente agli aspetti inerenti l'assetto di versante e l'assetto idraulico, lo Studio di Compatibilità ha lo scopo di dimostrare la compatibilità della trasformazione territoriale ipotizzata rispetto alla conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro effetti dannosi prodotti da interventi antropici; in particolare, lo studio illustra come la bretella sia sviluppata conformemente agli indirizzi generali vincolanti enunciati nell'articolo 8 del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale del Fiume Biferno e Minori, con particolare riferimento all'Allegato 1, ovvero con *"comportamenti atti a prevenire e a non aggravare lo stato di dissesto dei versanti, nonché ad aumentare (per quanto possibile) l'efficienza idrogeologica del suolo e della copertura vegetale"*.

Per quanto riguarda, in particolare, gli aspetti connessi con l'assetto di versante, si rimanda al paragrafo 3.3.2.4 e a quanto precedentemente esposto nello studio della presente componente.

3.3.2.5.2 Considerazioni generali

Ai sensi e per le finalità dell'art. 2 della Deliberazione n° 103 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino (seduta del 29 Settembre 2006), gli interventi in progetto ricadono nelle tipologie descritte ai punti (c) "interventi indispensabili a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio e a migliorare la salvaguardia della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie o di volume e senza cambiamenti di destinazione d'uso che possano comportare un aumento del carico antropico" ed (e) "interventi di allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale e che incrementano le condizioni di stabilità dell'area di frana".

La bretella autostradale ha, infatti, la finalità di ridurre la vulnerabilità rispetto al rischio da frana dell'elemento "autostrada", individuato nella cartografia di riferimento come R3 (si veda la carta tematica T-03.02 - Carta del Rischio da Frana e da Valanga e la Tav.n° 33 - Individuazione e Perimetrazione degli Scenari R4-R3, Rischio Idrogeologico Molto Elevato-Elevato del PAI).

Si rileva infatti che:

- l'autostrada nel suo complesso è costituita da una serie di sotto-elementi costitutivi (corpo stradale, opere d'arte, sistema di raccolta delle acque e di drenaggio, ecc.), ciascuno caratterizzato da una propria diversa vulnerabilità;
- in tale sistema complesso costituiscono sotto-elementi essenziali per la fruibilità i viadotti Cacchione e Marinella; tali sotto-elementi, per caratteristiche proprie, rappresentano quelli di maggiore vulnerabilità.

Essendo impraticabili, allo stato attuale, misure per la riduzione della pericolosità di frana (vedi la Tav. n° 33 già citata del PAI, nonché quanto discusso nell'ambito dello studio della presente componente), gli interventi in progetto sono considerati indispensabili a garantire le funzioni strategiche di protezione civile dell'infrastruttura autostradale, in quanto permetterebbero di ridurre (ma non eliminare) la vulnerabilità dell'autostrada, predisponendo un tracciato alternativo da utilizzare, seppure con forti restrizioni, in caso di danno effettivo o imminente ai viadotti citati.

Gli interventi previsti sono stati attentamente concepiti e studiati per non causare in alcun modo un aumento della pericolosità di frana dell'area; anzi, essi tendono a migliorarne le condizioni di stabilità locale, nella consapevolezza che non possono aspirare a migliorare, invece, le condizioni di stabilità globale del versante.

A corredo della realizzazione della bretella sono previsti interventi di raccolta e di drenaggio delle acque di superficie e, localmente, delle acque di falda fino a profondità di 5 m circa da p.c., concepiti per migliorare l'attuale sistema di allontanamento e impedire che si formino zone di accumulo che possono favorire l'insorgere di fenomeni di smottamenti superficiali. Infatti, oltre a dimensionare la rete di raccolta e di drenaggio delle acque superficiali di nuova realizzazione, in modo che la bretella non impedisca in alcun modo l'allontanamento delle acque verso i recapiti di valle, sono previsti appositi interventi di risistemazione/adequamento dell'attuale sistema nei punti dove attualmente si riscontrano ristagni d'acqua.

3.3.2.5.3 Aspetti connessi con l'assetto idraulico e idrogeologico

Il progetto idraulico è stato impostato in maniera tale da rendere la nuova bretella "permeabile" ai normali deflussi delle acque, sia superficiali, che sotterranee, evitando la creazione di qualsiasi sorta di barriera fisica. Per raggiungere l'obiettivo posto alla base del progetto, si è previsto:

1. Il mantenimento dell'attuale distribuzione delle acque nei recapiti fisici già presenti sul territorio dei punti di recapito idraulici (fossi, canali, canalette, collettori, tombini, ecc.), prevedendo anche un loro riadeguamento alle esigenze di smaltimento delle acque derivante dalle verifiche idrauliche effettuate con il tempo di ritorno di 500 anni, più cautelativo di 200 anni richiesto nel *Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino regionale del Fiume Biferno e Minori* ("Legge 18 maggio 1989 n.183 – art.17, comma ter", "Legge 3 agosto 1998 n.267 modificata con Legge 13 luglio 1999 n.226" e "Legge 11 Dicembre 2000 n.365").

Nel dettaglio, lungo il tratto di sviluppo della nuova bretella autostradale sono stati individuati tre principali punti di recapito (già esistenti):

A. Fosso Cacchione.

È stato necessario progettare nuovi sistemi idraulici di smaltimento delle acque nel Fosso Cacchione.

B. Canaletta presente a lato delle pile del viadotto Marinella, sulla destra dell'attuale sede autostradale, che convoglia le acque raccolte, attraverso ulteriori canalette, ad un tombino idraulico che, sottopassando sia la sede ferroviaria che la sede della Strada Statale, permette lo sversamento delle acque a mare.

È stato necessario progettare una riqualificazione dell'asta idraulica che porta le acque al tombino idraulico, sia in relazione all'attuale stato delle canalette, sia in relazione alle portate che esse dovranno smaltire.

C. Tombino presente sulla destra dell'attuale sede autostradale, dopo la fine del viadotto Marinella, che colletta le acque in una condotta di fognatura $\Phi 800$; successivamente le acque vengono recapitate in una condotta di fognatura $\Phi 1000$ che corre lungo l'attuale spartitraffico autostradale per poi essere sversate, a valle dell'A14, in un sistema di canalette che portano al poco lontano Fosso dei Lupi.

Lo stato di fatto e di progetto idraulico sono riportati negli elaborati grafici *Planimetrie idrauliche – Stato di fatto e di progetto* del Quadro di riferimento progettuale.

2. La predisposizione di passaggi idraulici trasversali ai nuovi rilevati autostradali per evitare l'accumulo eccessivo di acqua a monte della sede autostradale della bretella.

Nel dettaglio sono stati progettati n.3 attraversamenti trasversali all'asse stradale mediante collettori $\Phi 1000$ ubicati alle seguenti progressive: km.0+640 ca., km. 0+920 ca. e Km. 1+030 ca.

Inoltre, in corrispondenza del Fosso Cacchione è stata progettata una vasca di raccolta acque a monte del rilevato della nuova bretella autostradale che permetta di collettare le acque all'interno di un tubo di acciaio liscio $\Phi 1670$ mm al di sotto del rilevato e di sversarle, a valle del rilevato stesso, nuovamente nella sede esistente del Fosso Cacchione.

3. Opere di stabilizzazione dei rilevati nella zona del Fosso Cacchione e del viadotto Marinella costituiti da setti di diaframma disposti a coltello rispetto alla nuova sede autostradale; tale disposizione, allineata secondo la pendenza del versante, non crea alcun effetto barriera sul deflusso delle acque sotterranee, preservando quindi la "permeabilità" della bretella.
4. La risoluzione, per quanto possibile, delle interferenze con i diaframmi drenanti realizzati in destra sede autostradale durante la costruzione dell'A14. In particolare si hanno due punti di interferenza:
 - La prima interferenza si ha in corrispondenza del km.0+400 ca., dove la realizzazione della paratia di pali $\Phi 1200$ a più ordini di tiranti intercetta il diaframma drenante esistente (di larghezza pari a 1.2 m come da contabilità lavori Dis.114). Le

quote a cui risulterebbe posizionato il tubo collettore $\Phi 300$ microfessurato sono ben al di sotto del piano stradale futuro; pertanto, per ovviare all'interruzione del diaframma drenante a causa della realizzazione della paratia si è previsto in progetto:

- La realizzazione di un pozzetto a monte della paratia di intercettazione del diaframma drenante con posizionamento in trincea, eseguita con scavo a sezione obbligata, di un tubo collettore $\phi 500$ per il recapito delle acque provenienti dal diaframma nel tubo collettore presente a valle della paratia al di sotto del ciglio del piano stradale; tale soluzione, sulla base delle quote riportate nella contabilità lavori dell'autostrada A14, dovrebbe poter intercettare le acque che si dovessero accumulare nel diaframma drenante per battenti d'acqua superiori a 2 m ca. (valutate rispetto al fondo diaframma).
- La realizzazione di microdreni sub-orizzontali nel primo tratto della paratia per cercare di intercettare il diaframma drenante e dare sfogo all'eventuale accumulo di acque.
- La seconda interferenza si ha in corrispondenza del km.0+619 ca., dove i diaframmi della trincea di approccio al sottopasso scatolare della strada interpodereale intercettano il diaframma drenante esistente (di larghezza pari a 1.5 m come da contabilità lavori Dis.114). Il tubo collettore $\phi 300$ microfessurato si verrebbe a trovare a 3 m ca. al di sotto del fondo scavo di progetto tra diaframmi; pertanto, per ovviare all'interruzione del diaframma drenante a causa dell'esecuzione dei diaframmi si è previsto in progetto:
 - La prescrizione di eseguire delle perforazioni preliminari all'avvio di qualsiasi attività al fine di individuare correttamente l'andamento piano-altimetrico del diaframma drenante e del tubo collettore rispetto al tracciamento dei diaframmi in progetto.
 - La realizzazione del diaframma che interferisce con il tubo collettore prevedendo, alla quota del tubo $\phi 300$ (rilevata prima di dare inizio ai lavori attraverso le perforazioni di cui sopra), l'inserimento nella gabbia di armatura di un tubo in acciaio $\phi 500$ dotato di tappi alle estremità per evitare l'ingresso di cls durante il getto del diaframma.
 - Uno scavo di approfondimento a sezione obbligata sbatocchiato all'interno della trincea di approccio al sottopasso scatolare al fine di intercettare il diaframma drenante, demolire i tappi del tubo $\phi 500$ inglobato nell'armatura dei diaframmi e ripristinare con tubo collettore $\phi 300$ e materiale granulare selezionato la continuità del diaframma drenante.

Per quanto concerne le caratteristiche del sistema idraulico nelle sezioni correnti della bretella autostradale il progetto prevede:

- arginelli con embrici di scarico acque di piattaforma ogni 25 m nei tratti in rilevato;
- cunettoni di base per la raccolta delle acque convogliate dagli embrici a valle dei tratti in rilevato; i cunettoni di base possono avere sezione trapezoidale o rettangolare a seconda delle esigenze;
- fossi di guardia a monte dei tratti in trincea o a mezza costa per la raccolta delle acque di versante; i fossi di guardia possono avere sezione trapezoidale o rettangolare a seconda delle esigenze;
- cunette alla francese per la raccolta delle acque di piattaforma al ciglio stradale nei tratti in trincea, a mezza costa e a raso;
- un fosso di guardia rettangolare per la raccolta delle acque di versante a monte della paratia di ingresso lato Vasto;
- una canaletta a sezione rettangolare per la raccolta delle acque di piattaforma a valle delle travi di coronamento dei diaframmi del rilevato di scavalco del Fosso Cacchione e dei diaframmi dei rilevati della zona viadotto Marinella;
- una trincea drenante in destra tra il km.0+523.55 ed il km.0+545.55, subito dopo l'attraversamento del Fosso Cacchione, per permettere la captazione delle acque di infiltrazione ad evitare il ristagno d'acqua all'interno del materiale di rilevato che crea nella zona, per la conformazione morfologica attuale dell'area, una sacca;
- una canale in adiacenza alla sede autostradale tra il km.00+860 ca. ed il km.01+105 ca. protetta da una barriera H3 Bordo ponte;
- collettori a bordo strada $\phi 300$, $\phi 500$, $\phi 600$ e $\phi 800$ per il convogliamento, tramite tombini, delle acque di piattaforma e di versante raccolte dalle cunette alla francese, dai cunettoni di base, dai fossi di guardia e dalle canale.

Per quanto concerne il sistema di raccolte acque di piattaforma della strada interpodereale, la presenza di un punto di minimo in corrispondenza del sottopasso e l'esigenza della Committente di non avere sistemi di sollevamento delle acque attivi, comporta la necessità di recapitare le acque raccolte con un tubo collettore $\phi 300$ fino ad un opportuno punto di recapito individuato nel Fosso Cacchione. La necessità di contenere l'entità degli scavi a sezione obbligata a pochi metri di profondità ha fatto propendere nel caso in esame la scelta di ricorrere alla tecnica della perforazione guidata; in relazione alla tecnica di installazione prescelta il tubo sarà in HDPE.

Il sistema di regimazione delle acque è riportato nelle *Planimetrie idrauliche – Stato di fatto e di progetto* e nei *Profili idraulici* del Quadro di riferimento progettuale.

Dal punto di vista delle acque di falda, nel Capitolato Speciale di Appalto predisposto nei progetti esecutivi della Società Autostrade per l'Italia S.p.A. è previsto, dal punto di vista della tutela delle acque, l'utilizzo di fanghi ecocompatibili (biodegradabili) per la stabilizzazione delle perforazioni di realizzazione dei diaframmi e dei pali, qualora questi

siano perforati non a secco e né con solo acqua (la scelta del tipo di perforazione, infatti, è decisa dall'Appaltatore ed è funzione della metodologia di scavo e delle attrezzature disponibili). Per fango polimerico biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua. Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di polisaccaridi vegetali, biopolimeri.

3.3.2.5.4 Conclusioni

Il progetto della bretella in oggetto costituisce una misura per il contenimento del rischio geologico connesso alla periodica riattivazione del movimento della frana di Petacciato. La sua realizzazione consente, infatti, di limitare gli impatti di tali riattivazioni, fornendo un'alternativa di tracciato dell'infrastruttura autostradale nel caso in cui lo spostamento della frana determini la messa fuori servizio dei viadotti Cacchione e Marinella e quindi di ridurre la vulnerabilità dell'autostrada stessa e, più indirettamente, del territorio.

Un movimento significativo del corpo franoso, del tipo di quelli che si sono manifestati nel passato, potrebbe determinare danni a tutte le infrastrutture di trasporto che corrono allineate lungo la costa: l'Autostrada A14, la Ferrovia e la Strada Statale 16. La possibilità di mantenere comunque la funzionalità dell'autostrada tramite la bretella di "bypass", o quanto meno di poterla ripristinare in un tempo molto ridotto, data la semplicità delle opere che la costituiscono, rappresenta una misura di riduzione del rischio complessivo sul territorio, inteso in un senso più ampio di quello direttamente coinvolto dal corpo franoso.

L'opera, inoltre:

- come già illustrato, non determina variazioni del livello di pericolosità del territorio e, come tale, non richiede specifici interventi di mitigazione, o di salvaguardia;
- non pregiudica la futura realizzazione di interventi previsti dal PAI;
- non concorre ad aumentare il carico insediativo;
- risulta coerente con le misure di protezione civile.

3.3.2.6 **Riferimenti bibliografici**

Bardet, J.P., ICHII, K. e Lin C.H. (2000) "EERA A Computer Program for Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits", University of Southern California.

Jibson, R.W. and Jibson, M.W. (2003) Java Programs For Using Newmark's Method And Simplified Decoupled Analysis To Model Slope Performance During Earthquakes, United States Department Of The Interior and United States Geological Survey. Web site: http://earthquake.usgs.gov/resources/software/slope_perf.php.

Melidoro G., Mezzabotta M. (1996) "Monitoraggio ultrasecolare delle deformazioni gravitative costiere adriatiche" Convegno Internazionale, La Prevenzione delle Catastrofi Idrogeologiche: il Contributo della Ricerca Scientifica, 343-356.

Montaldo V., 2007 "Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2", <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>

Newmark N.M. (1965) "Effects of earthquakes on dams and embankments" Géotechnique 15, n° 2, 139-160.

SGI (1987) "Raccomandazioni e metodi per le verifiche di pendii instabili in zona sismica – Fasi I-II" Rapporto n° 3836/3-FAC/COT/BAS/rc del 19 Ottobre 1987, Autostrade SpA, Roma.

3.4 SUOLO

3.4.1 Caratterizzazione dello stato attuale

Dal punto di vista pedologico, l'area oggetto di intervento appartiene alla regione costiera, inquadrabile a livello europeo secondo il manuale delle procedure dell'European Soil Bureau con la Soil Region "74.4 Regosol-Cambisol Region of the Coast of the Adriatic Sea in the Central Italy".

I suoli sono generalmente argillosi limosi con pietrosità assente e localmente, in corrispondenza dei fossi, franchi limosi argillosi con pietrosità sempre assente (ERSA Molise, 2000). In generale, il contesto dei suoli è caratterizzato da un uso agricolo intensivo e numerosi fenomeni di erosione; inoltre, le lavorazioni agricole dei terreni presenta un eccessivo uso di fertilizzanti ed antiparassitari, che può ripercuotersi sulla qualità delle acque di falda e dei corsi d'acqua prossimi al mare.

L'ambiente interessato dalla realizzazione della bretella in progetto presenta un uso del suolo prevalentemente di tipo agricolo con alcune aree che presentano coperture vegetazionali naturali.

Nello specifico, un utile strumento per la sorveglianza dei fattori che minacciano il suolo è rappresentato dal progetto *CORINE Land Cover*, che vede la partecipazione a livello europeo di tutti i Paesi dell'Unione. Il termine CORINE è l'abbreviazione di *COOrdination of Information on the Environment*, programma promosso dalla Commissione Europea e realizzato a partire dal 1985 con l'obiettivo principale di ottenere informazioni ambientali coordinate a livello europeo. Oltre a raccogliere i dati geografici di base in forma omogenea, prevede l'analisi dei più importanti parametri ambientali tra cui la copertura e l'uso del suolo.

Sulla base di tale strumento è stata realizzata la carta "Insediamento e uso del suolo" con dettaglio di IV livello.

La carta della copertura del suolo è considerata strumento di base per la definizione delle politiche territoriali, quale supporto alle decisioni di politiche ambientali e necessaria per valutare l'andamento di molti fenomeni fisici influenzati dagli aspetti antropici e socio-economici.

Dal punto di vista dell'uso del suolo (cfr. carta "Insediamento e uso del suolo"), oltre alle aree utilizzate dalla rete stradale, l'intervento in progetto interessa 6,34 ha circa di terre arabili con vegetazione continua (cod. *Corine Land Cover* 2.1.1.1) e 0,24 ha circa di frutteti (Cod. *Corine Land Cover* 2.2.2.1).

3.4.2 Definizione e analisi degli impatti potenziali e delle misure di mitigazione

I potenziali impatti individuabili per la componente suolo consistono nell'occupazione di suolo con cambio di destinazione d'uso in fase di esercizio e nell'occupazione di suolo in fase di costruzione soggetta a ripristino ambientale a fine lavori.

Nello specifico, l'intervento in progetto interessa 3,68 ha circa di terre arabili con vegetazione continua (cod. *Corine Land Cover* 2.1.1.1) e 0,19 ha circa di frutteti (Cod. *Corine Land Cover* 2.2.2.1) in modo permanente; 2,66 ha circa di terre arabili con vegetazione continua (cod. *Corine Land Cover* 2.1.1.1) e 0,055 ha circa di frutteti (Cod. *Corine Land Cover* 2.2.2.1) in modo temporaneo.

Gli impatti in fase di costruzione, vista la limitata durata dei lavori, si possono ritenere di breve durata e reversibili, in quanto temporanei essendo soggetti a ripristino, quelli in fase di esercizio, vista la contenuta entità delle dimensioni dell'intervento, si possono ritenere moderati. Inoltre, i potenziali impatti sul suolo in termini di eventuali emissioni inquinanti connessi all'utilizzo della bretella sono trascurabili, poiché la stessa verrebbe utilizzata solo in condizioni straordinarie dovute alla eventuale riattivazione del movimento franoso.

4 VEGETAZIONE E FLORA

4.1 PREMESSA

Dopo un inquadramento dell'ambiente naturale in termini fitoclimatici e di vegetazione potenziale naturale, lo stato attuale della componente in esame nell'area oggetto intervento è stato caratterizzato mediante la realizzazione di un censimento vegetazionale sul campo, avente l'obiettivo di rilevare e censire le formazioni vegetali interessate dai lavori, evidenziando le specie floristiche eventualmente soggette a tutela. In questo modo, sono definiti e analizzati gli impatti potenziali.

Gli aspetti vegetazionali e floristici del Sito di Importanza Comunitaria "Foce Trigno – Marina di Petacciato" (SIC IT7228221), non direttamente interessato dall'intervento in progetto, sono trattati, in particolare, nello Studio per la Valutazione di Incidenza, allegato al presente Studio di Impatto Ambientale, al quale si rimanda.

4.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".
- DPCM 27/12/88 "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n°349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n°377".
- D.Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e s.m.i.
- DLgs 18 maggio 2001, n. 227 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, n. 57".
- L.R. Molise 6/2000 "Legge Forestale della Regione Molise" e s.m.i.
- Direttiva 79/409/CEE del 2 aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (G.U.C.E. n. L 206 del 22 luglio 1992).
- D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" e s.m.i.
- Decreto Ministeriale del 3 aprile 2000 "Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE".

4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

4.3.1 Fitoclima

Dal punto di vista fitoclimatico, l'area di intervento ricade nella "Regione Mediterranea (subcontinentale adriatica)" ("Unità Fitoclimatica 1" del Piano Forestale Regionale), che comprende il Sistema delle piane alluvionali del Basso e Medio Molise e il Sistema basale e collinare del Basso Molise, in particolare il Sottosistema alluvioni e terrazzi fluviali del Trigno e il Sottosistema collinare ad argille sabbiose e sabbie argillose intervallate ad argille varicolori ed argilliti.

Tale Unità fitoclimatica presenta un'altezza compresa tra 0 e 550 m s.l.m. e precipitazioni annuali di 674 mm con il massimo principale in novembre e uno primaverile a marzo.

La sensibile riduzione degli apporti idrici durante i mesi estivi (Precipitazione estiva: 109 mm) sono tali da determinare 3 mesi di aridità estiva di significativa intensità, che determinano nel complesso un'escursione pluviometrica di modesta entità.

La Temperatura media annua è compresa tra 14°C e 16°C (media 14,9°C), inferiore a 10°C per 4 mesi all'anno e mai inferiore a 0°C. Le Temperature medie minime del mese più freddo sono comprese fra 2,7°C e 5,3°C (media 3,7°C). L'incidenza dello stress da freddo è rilevante, se relazionata ad un settore costiero e subcostiero.

Il Termotipo è Mesomediterraneo e l'Ombrotipo Subumido.

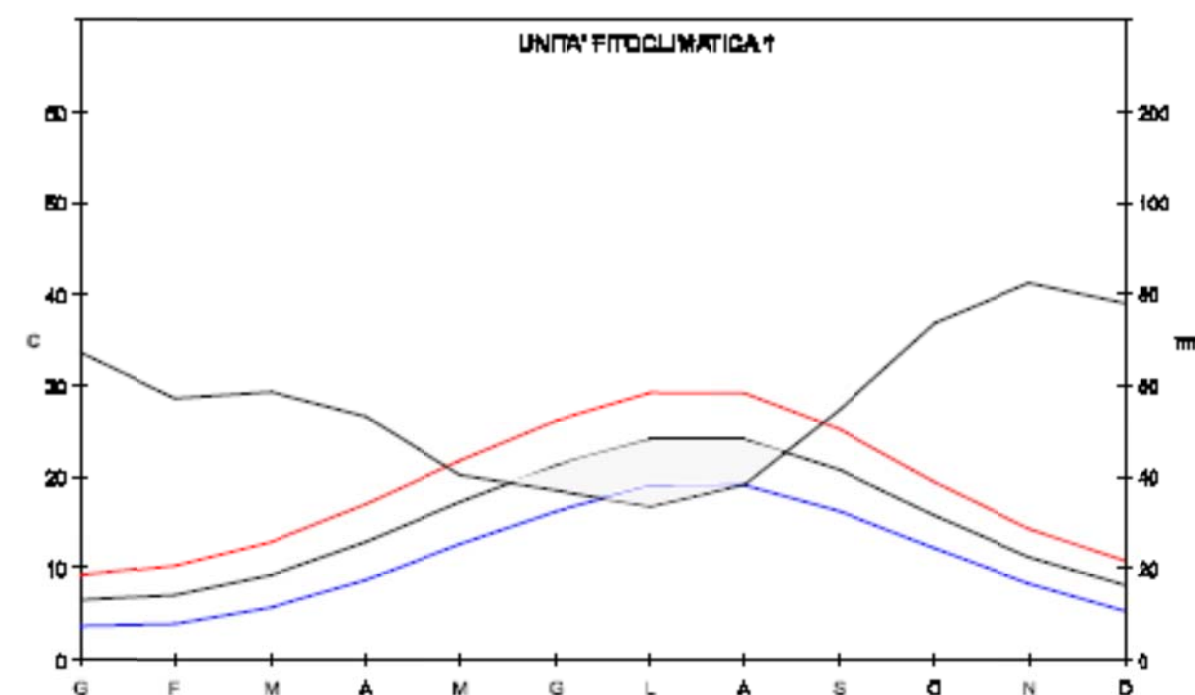


Figura 4-1: Diagrammi climatici di Walter & Lieth (Piano Forestale Regionale)

Per questo piano bioclimatico sono considerate come specie guida: *Quercus ilex*, *Q. pubescens*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera*, *Paliurus spina-Christi*, *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Colchichum cupanii*, *Iris pseudopumila*, *Tamarix africana*, *Glycyrrhiza glabra*, *Viburnum tinus*, *Rubia peregrina*, *Rosa sempervirens*, *Erica multiflora*, *Clematis flammula*.

I syntaxa guida considerati sono: Serie della lecceta (*Orno-Quercetum ilicis*); serie della roverella su calcari marnosi (*Roso sempervirenti-Quercetum pubescentis*); serie del cerro su conglomerati (*Lonicero xylostei-Quercetum cerridis*); boschi a carpino nero (*Asparago acutifolii-Ostryetum carpinifoliae*); Boschi ripariali ed igrofilo a *Populus alba* (*Populetalia*), a *Salix alba* (*Salicion albae*), a *Tamarix africana* o a *Fraxinus angustifolia* (frammenti) (*Carici-Fraxinetum angustifoliae*).

4.3.2 Vegetazione potenziale

La vegetazione potenziale dell'area oggetto di intervento è inquadrabile nelle foreste della regione mediterranea e, in particolare, nei boschi a dominanza di leccio (*Quercus ilex* L.).

4.3.3 Vegetazione attuale

Il contesto floristico e vegetazionale dell'area interessata dalla bretella in progetto è derivato da una condizione di uso agricolo del territorio, in cui la densità demografica è bassa e la vegetazione presente è ridotta a filari di alberature presenti soprattutto lungo l'A14 in corrispondenza del tratto iniziale della bretella, o lungo la strada interpodereale parallelamente all'autostrada, caratterizzate principalmente da conifere (pini) ed eucalipti.

La selva litoranea è, in generale, costituita da pinete, tuttavia non si deve da questo dedurre che la vegetazione delle spiagge tenda naturalmente verso la pineta. Infatti, si tratta di formazioni raramente naturali, più spesso favorite dall'uomo o rimboschimenti, che occupano il settore più interno e stabile del sistema dunale. La maggior parte delle pinete, anche quelle di interesse storico, sono state quindi costruite dall'uomo in epoche diverse e talora hanno assunto un valore ecosistemico, per cui la conservazione di tali habitat è rivolta sia alle situazioni che si possono considerare autoctone, sia a quelle artificiali il cui impianto è stato effettuato prevalentemente nell'area di potenzialità per le formazioni forestali della classe *Quercetalia ilicis*. Tali pinete sono presenti nel pSIC "Foce Trigno – Marina di Petacciato", che rappresenta l'ambito naturale di interesse nell'area di studio. L'intervento in progetto è esterno a tale sito e quindi non interferisce habitat di interesse come le pinete sopra descritte, infatti il tratto della bretella più prossimo al confine del pSIC in questione dista 35 m da quest'ultimo, considerando, tra l'altro, che tale tratto si sovrappone al sedime dell'attuale A14. Per maggiori approfondimenti sul rapporto tra l'intervento in progetto e il sito, si rimanda allo Studio per la valutazione d'incidenza allegato al SIA.

Per quanto riguarda la vegetazione interferita dai lavori di realizzazione della bretella, si è appositamente svolto un censimento vegetazionale sul campo, allegato al presente studio, avente lo scopo di caratterizzare le specie vegetali che sarà necessario abbattere per la realizzazione dell'infrastruttura in progetto. Nello specifico, si sono rilevate le piante presenti sulle aree di pertinenza autostradale e sulle aree soggette ad esproprio per l'esecuzione dei lavori. In base alla definizione di bosco fornita dall'art. 6 della Legge Forestale 6/2000 e s.m.i. del Molise, dal censimento non sono state riscontrate superfici

ricinducibili a bosco. Sono state, invece, censite formazioni arboree singole, di gruppo, o filari. Sono stati rilevati, in particolare, gli alberi alto fusto con $\varnothing > 15$ cm a 1,30 m da terra.

In generale, dal censimento è emerso che l'area interessata dalla bretella, compresa tra la fascia costiera e le prime propaggini pedecollinari molisane, è in parte coltivata a seminativi e in parte con piantagioni arboree (olivo e frutteti) specializzate. In alcuni casi si rilevano tratti di terreno incolto da alcuni anni e vegetazione palustre (cannuccia di padule e *Typha latifolia*) in corrispondenza del fosso Cacchione. L'elemento naturale più limitante del luogo è stato riscontrato nell'accentuata ventosità, proveniente dal mare, che limita la presenza delle piante e ha suggerito una serie di impianti arborei di formazioni lineari in fregio all'autostrada di specie tipicamente frangivento, quali *Eucalyptus* sp., *Cupressus arizonica* e *Cupressocyparis leylandii*. Sulle scarpate autostradali sono state rilevate anche gruppi di siepi di *Pittosporum tobira* e *Nerium oleander*.

Nello specifico, dal censimento vegetazionale sono stati censiti gli alberi riportati in Tabella 4-1e, in quanto necessariamente interferiti dai lavori, soggetti ad abbattimento. L'ubicazione degli alberi censiti e riportati nella tabella suddetta è riportata nella "Carta della vegetazione – Censimento vegetazionale" allegata al presente studio.

Tabella 4-1: Alberi censiti e interferiti dai lavori

N.ID	SPECIE	N. PIANTE	DIAMETRO (cm)	FOGLIO	PARTICELLA
A1	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	121	7	101
A2	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	129	7	365
F3	<i>Cupressus arizonica</i>	12	65	Sede Autostrada	
G4	<i>Cupressus macrocarpa</i>	2	187		
G5	<i>Cupressus sempervirens</i>	3	138	7	366
F6	<i>Cupressus arizonica</i>	14	62	Sede Autostrada	
F7	<i>Cupressus arizonica</i>	15	63	Sede Autostrada	
A8	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	136	Sede Autostrada	
F9	<i>Cupressus arizonica</i>	8	62	Sede Autostrada	
A10	<i>Cupressus macrocarpa</i>	1	130	Sede Autostrada	
F11	<i>Cupressus arizonica</i>	15	65	Sede Autostrada	
A12	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	144	Sede Autostrada	
F13	<i>Cup. arizonica, Eu.globosus</i>	9+6	64, 98	Sede Autostrada	
F14	<i>Cup. arizonica, Eu.globosus, Rob.pseudoac.</i>	10+4+4	61, 87, 56	Sede Autostrada	
G15	<i>Pinus halepensis</i>	3	128	Sede Autostrada	
G16	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	118	8	136
A17	<i>Populus nigra</i>	1	68	8	14
G18	<i>Pinus halepensis</i>	2	142	Sede Autostrada	
F19	<i>Pinus halepensis</i>	13	138	Sede Autostrada	
A20	<i>Cupressus macrocarpa</i>	1	146	Sede Autostrada	
F21	<i>Eucaliptus globosus</i>	4	109	Sede Autostrada	
A22	<i>Pyrus pyraister</i>	1	117	Sede Autostrada	
G23	<i>Eucaliptus globosus</i>	3	136	8	11
F24	<i>Eucaliptus globosus</i>	4	145	Sede Autostrada	
F25	<i>Cupressocyparis leylandii</i>	18	65	Sede Autostrada	
F26	<i>Cupress. Leylandii, Cupress. Sempervirens</i>	6+1	35, 138	Sede Autostrada	
F27	<i>Cupress. Leylandii, Eucaliptus globosus</i>	8+4	64, 115	Sede Autostrada	
F28	<i>Cup. Macrocarpa., Pinus halepensis</i>	4+2	151, 134	Sede Autostrada	
A29	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	137	Sede Autostrada	
A30	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	128	Sede Autostrada	
G31	<i>Eucaliptus globosus</i>	4	137	Sede Autostrada	
G32	<i>Pinus halepensis</i>	3	141	Sede Autostrada	
A33	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	127	Sede Autostrada	
F34	<i>Eucaliptus globosus</i>	4	135	Sede Autostrada	
F35	<i>Eucaliptus globosus</i>	3	140	Sede Autostrada	
A36	<i>Eucaliptus globosus</i>	1	135	Sede Autostrada	
Totale :		201			

Nel complesso, raggruppando per specie gli alberi di alto fusto censiti riportati in Tabella 4-1, risultano soggette ad abbattimento le specie di alberi di alto fusto riportate in Tabella 4-2.

Tabella 4-2: Alberi di alto fusto censiti suddivisi per specie

SPECIE	N. ALBERI ALTO FUSTO
<i>Cupressus arizonica</i>	83
<i>Eucaliptus globosus</i>	45
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	32
<i>Pinus halepensis</i>	23
<i>Cupressus macrocarpa</i>	8
<i>Cupressus sempervirens</i>	4
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4
<i>Pyrus pyraister</i>	1
<i>Populus nigra</i>	1
TOTALE :	201

Tra queste piante ricadono in zona di vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142, lett. a), del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. (territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare), in particolare, tutte quelle comprese tra i codici "A1" ed "F14" e quella codificata "A17", per un totale di 108 alberi.

4.4 DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE

Gli impatti sulla componente in esame risultano in fase di costruzione determinati dalla sottrazione di vegetazione che occorre operare necessariamente per consentire la realizzazione della bretella in progetto. Tale sottrazione si può considerare limitata, in quanto non interessa formazioni a bosco, così come definite dalla Legge Forestale Regionale del Molise n. 6/2000 e s.m.i.

Nello specifico e come descritto al paragrafo precedente, gli alberi da abbattere e che si possono considerare di alto fusto, in quanto aventi diametro superiore a 15 cm a 1,30 m da terra, sono 201 (Tabella 4-2), dei quali 108 ricadono in zona soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142, lett. a), del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., in quanto in "territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare" (cfr. paragrafo 4.3.3).

In fase di esercizio, evidenziando che tale fase non produce impatti diretti, ma indiretti potenzialmente derivanti da emissioni inquinanti e quindi, per loro natura, molto meno rilevanti rispetto alla sottrazione diretta di vegetazione, è comunque possibile ritenere che non avendosi variazioni di traffico e quindi modifiche nei fattori di pressione non si abbiano cambiamenti dello stato attuale della componente in esame non direttamente interferita.

Dal punto di vista delle misure di mitigazione ambientali, sono state previste in progetto opere a verde con specie vegetazionali autoctone appartenenti alla serie del Leccio, che hanno l'obiettivo di inserire la nuova bretella nel contesto paesaggistico interessato dall'intervento (cfr. tavole "Opere a verde" allegate al quadro di riferimento progettuale). Nello specifico, dal punto di vista delle alberature tali opere a verde in progetto prevedono l'impianto di 123 alberi di Leccio (*Quercus ilex*) e 109 Corbezzoli (*Arbutus unedo*).

5 ECOSISTEMI E FAUNA

5.1 PREMESSA

La componente in esame è trattata considerando il contesto ecologico dell'area di studio interessata dal progetto e al suo intorno, definito in base alle delimitazioni naturali che caratterizzano gli ecosistemi.

Gli aspetti faunistici ed ecosistemici del Sito di Importanza Comunitaria "Foce Trigno – Marina di Petacciato" (SIC IT7228221), non direttamente interessato dall'intervento in progetto, sono trattati, in particolare, nello Studio per la Valutazione di Incidenza, allegato al presente Studio di Impatto Ambientale, al quale si rimanda.

5.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "orme in materia ambientale".
- DPCM 27/12/88 "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n°349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n°377".
- L.R. Molise 28/1996 "Tutela di alcune specie di fauna minore".
- L.R. Molise 19/1993 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio" e s.m.i.
- Convenzione sulla Biodiversità (Rio, 1992).
- Convenzione internazionale relativa alle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici o Convenzione di Ramsar (1971).
- Direttiva 79/409/CEE del 2 aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali, seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (G.U.C.E. n. L 206 del 22 luglio 1992).
- D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche".
- Decreto Ministeriale del 3 aprile 2000 "Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE".

5.3 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

La definizione degli ecosistemi è effettuata sulla base dello studio dell'uso del suolo secondo *CORINE Land Cover*, che vede la partecipazione a livello europeo di tutti i Paesi dell'Unione. Il termine CORINE è l'abbreviazione di *COOrdination of Information on the Environment*, programma promosso dalla Commissione Europea e realizzato a partire dal 1985 con l'obiettivo principale di ottenere informazioni ambientali coordinate a livello europeo. Oltre a raccogliere i dati geografici di base in forma omogenea, prevede l'analisi dei più importanti parametri ambientali tra cui la copertura e l'uso del suolo. Sulla base di tale strumento nel SIA è stata realizzata la carta "Insediamento e uso del suolo" con

dettaglio di IV livello, che si è analizzata in termini ecosistemici. L'ecosistema, infatti, è definito dall'insieme biotopo (l'ambiente fisico) e biocenosi (in termini naturali: vegetazione e fauna) in esso presenti. Di conseguenza, l'uso del suolo, definendo di fatto l'ambiente fisico anche associato alla componente vegetazione, comunque priva di movimento, consente di individuare gli ecosistemi dal punto di vista areale. Questi vengono poi caratterizzati dalla fauna potenziale in essi individuabile (cfr. Carta degli ecosistemi).

Il contesto ecologico principale dell'area di studio, anche interessato dall'intervento in progetto, è di tipo agricolo, rappresentato soprattutto da terre coltivate con vegetazione più o meno ridotta e poi da oliveti, frutteti e vigneti. Dal punto di vista faunistico, questo "ecosistema agricolo" nel contesto in esame potrebbe ospitare la Tartaruga palustre (*Emys orbicularis*) e la Testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*), in particolare, in corrispondenza del fosso Cacchione (o degli Ulivi).

Tali ambienti, infatti, si potrebbero prestare alla biologia delle specie in questione, che passano i mesi invernali nel fango, tra le radici della vegetazione, in una situazione di letargo, e intensificano i loro spostamenti in primavera quando iniziano il periodo riproduttivo, quando i maschi si allontanano alla ricerca delle femmine e le femmine cercano un luogo per la deposizione delle uova, scelto in posti asciutti, esposti al sole, con terra sabbiosa e soffice.

I rettili in questione sono stati oggetto di avvistamento mediante sopralluoghi e quindi osservazione diretta (in occasione di basking, floating, o di semplice spostamento, o rifugio) ed indiretta (mediante l'osservazione dell'eventuale presenza di tracce di nidificazione) svolti per alcuni giorni nel periodo di ottobre, durante i quali i rettili non sono stati rilevati (cfr. allegati al Quadro di riferimento ambientale: Indagini faunistiche).

Il contesto rilevato non appare, infatti, particolarmente favorevole all'insediamento e allo sviluppo di *Emys orbicularis* e della Testuggine di Hermann: siamo in presenza di un impluvio naturale attraversato da un fosso che non determina la presenza di aree umide adatte alla presenza della testuggine e non ci sono veri e propri canali di bonifica che potrebbero mantenere un adeguato livello di umidità: le uniche manifestazioni dell'ambiente umido sono la presenza della *Typha latifolia* e dell'*Arundo donax* punteggiate in alcune aree. Sebbene anche l'*Emys* sia in grado di prosperare in canali artificiali, l'attuale assetto del Fosso e le attività agricole in atto in corrispondenza con il corso d'acqua rendono meno probabile la possibilità di presenza della specie.

Tuttavia, è possibile comunque mantenere in considerazione la potenzialità dell'ambiente ad ospitare le specie sopra richiamate.

Dal punto di vista delle connessioni ecologiche, queste sono rappresentate principalmente dai corsi d'acqua, linee preferenziali di spostamento per la fauna. Quelle individuabili a livello di area vasta sono quindi il fiume Trigno, corridoio ecologico principale, che connette l'ambiente interno al mare, e il fiume Tecchio, presente più a sud rispetto al precedente. Nessuno di questi corsi d'acqua è interessato dall'intervento. Risulta, invece, attraversato dalla bretella il Fosso degli Ulivi (o fosso Cacchione), che, non presentando una vegetazione tipicamente ripariale, viene considerato appartenente all'ecosistema agricolo. Un ecosistema umido è individuabile nel fosso dei Lupi, non direttamente interessato dall'intervento, comunque soggetto alle intense attività agricole che si svolgono nelle aree immediatamente adiacenti.

Nell'area di studio, verso la costa e non interessati dall'intervento in progetto sono presenti anche l'ecosistema delle foreste di conifere e quello delle dune sabbiose costiere, che, essendo entrambi all'interno del Sito di Importanza Comunitaria "Foce Trigno – Marina di Petacciato", sono trattati nello Studio per la valutazione di incidenza annesso al SIA.

5.4 DEFINIZIONE E ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI E MISURE DI MITIGAZIONE

I potenziali impatti individuabili per la componente in esame consistono nell'interferenza con l'ecosistema agricolo per 3,87 ha circa in modo permanente e 2,71 ha circa in modo temporaneo, in quanto soggetti a ripristino ambientale che, essendo di tipo agricolo, si può considerare recuperabile nel breve-medio termine.

La contenuta estensione coinvolta e la tipologia di ecosistema agricolo interessata, non evoluta dal punto di vista della complessità di *habitat*, consente di ritenere limitato l'effetto complessivo sulla componente Ecosistemi.

Dal punto di vista faunistico è possibile considerare quanto emerso nello Studio per la valutazione di incidenza annesso al presente SIA, in particolare che, come evidenziato nel parere della Regione Molise (Direzione Generale VI – Servizio Conservazione della Natura e V.I.A.) redatto per la procedura di verifica di assoggettabilità a cui era stato sottoposto l'intervento in progetto, nelle aree limitrofe al cantiere non sono segnalate idoneità faunistiche per specie di interesse comunitario, ma, il fosso Cacchione, interessato dai lavori di ritombamento necessari per la realizzazione del rilevato, potrebbe essere considerato habitat di elezione per la tartaruga palustre (*Emys orbicularis*), che normalmente si trova nei fossati, nei corsi d'acqua lenti ed anche nei canali di bonifica artificiali, così come si evince nella relazione prodotta dalla UZI in uno studio per la redazione del Piano di Gestione per il SIC in questione, dove si afferma, infatti, che "nei canali di bonifica è piuttosto frequente la testuggine palustre europea". Non esistendo una mappa che individui le aree in cui questa specie è presente, la Regione non esclude l'eventuale presenza.

A riguardo, come detto al paragrafo precedente, nell'ambito del presente studio sono stati effettuati rilievi faunistici, consistenti in sopralluoghi per accertamento dell'eventuale presenza di *Emys orbicularis* e della Testuggine di Hermann, che non hanno evidenziato la presenza dei rettili in questione.

Tuttavia, è possibile evidenziare comunque di mantenere un livello di attenzione prima e durante i lavori, sia nelle acque che confluiscano nel canale, sia nelle aree circostanti, nella considerazione della biologia della specie che passa i mesi invernali nel fango, tra le radici della vegetazione, in una situazione di letargo, e intensifica i suoi spostamenti in primavera quando inizia il periodo riproduttivo, quando i maschi si allontanano alla ricerca delle femmine e le femmine cercano un luogo per la deposizione delle uova, scelto in posti asciutti, esposti al sole, con terra sabbiosa e soffice.

I canali di bonifica vengono considerati dei veri e propri corridoi ecologici che mettono in collegamento le aree dunali e retrodunali della costa con le aree più interne favorendo gli spostamenti delle specie faunistiche alla ricerca di cibo e di siti per la riproduzione.

Pertanto, i lavori che interessano il fosso Cacchione andranno affrontati con cautela, per evitare qualsiasi interferenza con le specie citate, provvedendo ad accertare l'eventuale presenza di tracce di nidificazione o di passaggio prima ancora di attivare il cantiere e provvedendo, se necessario, alla messa in opera di barriere che evitino ai rettili di entrare nelle aree di lavoro. Prima e durante l'attività di cantiere, infine, è possibile prevedere che, nel caso in cui si rinvenissero tali rettili, si provveda al loro spostamento fisico in luoghi sicuri.

6 SALUTE PUBBLICA

Lo studio della componente in esame ha l'obiettivo di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere e del loro esercizio con gli standard e i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo periodo.

Dal punto di vista della salute umana, il contesto ambientale attuale interessato dall'intervento in progetto non presenta una vasta comunità potenzialmente coinvolta, in quanto l'area risulta caratterizzata da un contesto agricolo e quindi poco abitata, infatti è presente, ad esempio, un'unica abitazione che è stata, pertanto, studiata quale ricettore dal punto di vista dell'inquinamento acustico (cfr. capitolo 7 Componente: "Rumore e vibrazioni"), risultando, tra l'altro, nelle condizioni di rispetto dei limiti normativi anche in presenza dell'opera in progetto. Per quello che riguarda poi il possibile disturbo da vibrazioni, sulla base di quanto esaminato nello studio della componente su indicata è risultato che le vibrazioni non rappresentano un elemento di criticità per la tipologia di infrastruttura in esame, anche in ragione della distanza significativa (circa 70 m) dell'unico ricettore presente e della localizzazione della bretella sul lato opposto dell'autostrada A14 esistente rispetto a questo edificio.

Come descritto nel capitolo 1 relativo alla Componente Atmosfera, considerando che Petacciato non presenta una grande area urbana, si può affermare che la qualità dell'aria del territorio comunale sia buona e che non sussistano situazioni di criticità, ancor meno nel territorio interessato dall'intervento in progetto.

In questo contesto il progetto in esame non introduce alcun elemento di modifica della qualità dell'aria, in quanto non determina alcuna variazione dei flussi di traffico, né sposta la localizzazione della sorgente: la bretella costituisce una variante molto limitata dell'attuale A14 e il suo utilizzo è saltuario. Inoltre, la realizzazione della bretella avviene sul lato ovest dell'autostrada, cioè nella parte di territorio che risulta privo di edifici che possono essere impattati (si veda il censimento dei ricettori svolto per la componente rumore). Per tale motivo, l'impatto atmosferico relativo alla fase di esercizio può considerarsi nullo. Nella fase di cantiere si determineranno inevitabilmente degli impatti locali sulla componente atmosfera, per emissioni da processi di lavoro, o da motori. A riguardo, l'analisi degli impatti determinati dalla realizzazione dell'opera relativamente alla componente atmosfera, svolta nell'ambito dello studio di quest'ultima, non ha evidenziato alcuna situazione critica, anche in considerazione del fatto che i lavori avranno una durata piuttosto limitata, oltre alla sostanziale assenza di ricettori. In ogni caso, sarà necessario porre in essere tutte le attenzioni possibili per il contenimento delle emissioni in atmosfera, soprattutto di polveri, come descritto nelle misure di mitigazione della componente stessa.

Nelle condizioni di esercizio, dal punto di vista della salute umana e, in particolare, della prevenzione del rischio riguardante la stessa, occorre considerare anche l'obiettivo dell'intervento in progetto. Il progetto della bretella, infatti, costituisce una misura per il contenimento del rischio geologico connesso alla periodica riattivazione del movimento della frana di Petacciato: la sua realizzazione consente di limitare gli impatti di tali riattivazioni fornendo un'alternativa di tracciato dell'attuale Autostrada A14 nel caso in cui lo spostamento della frana determini la messa fuori-servizio dei viadotti Cacchione e Marinella dell'infrastruttura autostradale esistente; di conseguenza, la bretella consente di ridurre la vulnerabilità dell'autostrada stessa e quindi, più indirettamente, del territorio.

7 RUMORE E VIBRAZIONI

7.1 RUMORE

7.1.1 Premessa

Lo studio di impatto acustico ha l'obiettivo di definire e analizzare i potenziali impatti del progetto di realizzazione della bretella prevista in località Petacciato tra il Km 461+938 e il Km 463+576 (viadotti Cacchione e Marinella) dell'autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto sul territorio.

In particolare, dopo la descrizione del quadro di riferimento normativo, si è provveduto sia alla caratterizzazione dello stato attuale della componente mediante specifiche misure di rumore e alla simulazione acustica, sia alla definizione e analisi dei potenziali impatti sempre mediante simulazione acustica, in entrambi i casi utilizzando i dati di traffico consolidati dell'anno 2012 (visto l'uso della bretella, infatti, che viene utilizzata per deviarci il traffico dell'A14 in occasione delle eventuali riattivazioni del movimento franoso, allo scopo di consentire le manutenzioni dell'autostrada in caso di necessità, il traffico nei due scenari risulta lo stesso).

7.1.2 Quadro di riferimento normativo

I riferimenti legislativi relativi al rumore, oltre al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e al D.P.C.M. 27/12/88, sono costituiti, in particolare, dalla legge quadro sull'inquinamento acustico e dai successivi regolamenti e decreti applicativi. Si riportano nel seguito i punti salienti delle normative inerenti le infrastrutture stradali.

Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico (Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30 ottobre 1995)

- le infrastrutture di trasporto stradali vengono assimilate alle sorgenti sonore fisse (art. 2, comma 1, punto c) e per esse vengono fissati, con apposito decreto attuativo, specifici valori limite di esposizione per gli ambienti abitativi disposti entro le fasce di pertinenza proprie dell'infrastruttura stessa (art. 2, comma 2);
- alle infrastrutture di trasporto non si applica il criterio del limite differenziale (art. 15, comma 1);
- per i servizi pubblici di trasporto essenziali (ferrovie, autostrade, aeroporti, ecc.) devono essere predisposti piani pluriennali di risanamento al fine di ridurre l'emissione di rumore (art. 3, comma 1, punto i);
- i progetti di nuove realizzazioni, modifica o potenziamento di autostrade, strade extraurbane principali e secondarie devono essere redatti in modo da comprendere una relazione tecnica sull'impatto acustico; tali attività sono obbligatorie nel caso vi sia la richiesta dei Comuni interessati (art. 8, comma 2) oltre che nei casi previsti dalla vigente legge n° 349 sulla valutazione dell'impatto ambientale; tali progetti dovranno essere strutturati secondo quanto prescritto dai regolamenti di esecuzione emanati dal Ministero dell'Ambiente (art. 11, comma 1).

Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1 dicembre 1997)

- per le infrastrutture stradali vengono fissati fasce di pertinenza acustica e specifici limiti; per i ricettori posti all'interno di tali fasce non valgono i limiti della zonizzazione acustica adottata dai comuni. Al di fuori delle fasce di competenza, il rumore del traffico autostradale deve rispettare i valori di zonizzazione. In ogni caso occorre sempre tener conto di tutte le sorgenti di rumore che possono interessare i ricettori in esame.

Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 – “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore” (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)

- viene fissato il termine entro cui (art. 2, comma 2, punto b2) l'Ente proprietario o gestore dell'autostrada deve predisporre il piano di risanamento acustico della propria infrastruttura; in tale piano devono essere specificati costi, priorità e modalità di intervento (barriere, pavimentazioni, eventuali interventi effettuati sui singoli ricettori, ecc.), nonché tempistiche di attuazione (art. 2, comma 4). Viene altresì fissato il periodo entro cui devono essere completate le opere di risanamento, ovvero 15 anni dalla data di presentazione del piano a Regioni, Comuni e Ministero dell'Ambiente (art. 2, comma 2, punto b3);
- vengono fissati i criteri in base ai quali calcolare la priorità degli interventi, prendendo cioè in considerazione il numero di ricettori esposti e la differenza fra livelli attuali di rumore e limiti ammissibili (allegato 1);
- vengono fissati i criteri di progettazione acustica degli interventi, individuando i requisiti dei modelli previsionali utilizzabili per la simulazione acustica ed il calcolo delle barriere; vengono anche fornite indicazioni sui criteri di progettazione strutturale (allegato 2);
- vengono riportati i criteri per la qualificazione dei materiali e la conformità dei prodotti, facendo principalmente riferimento alle recenti norme europee sulle barriere antirumore per impieghi stradali, ovvero UNI-EN 1793 e UNI-EN 1794 (allegato 4);
- vengono riportati i criteri secondo cui valutare la concorsualità di più sorgenti, in modo da garantire ai ricettori esposti il raggiungimento dei valori considerati come ammissibili, anche in presenza di ulteriori fonti di rumore in aggiunta all'infrastruttura autostradale (allegato 4).

Autostrade per l'Italia S.p.A., in ottemperanza alle previsioni normative, ha consegnato il proprio Piano di risanamento acustico nel mese di giugno 2007.

Decreto del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004 n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. (GU n.127 del 1 giugno 2004).

Questo Decreto completa lo scenario legislativo in merito al rumore viario in quanto fissa i limiti a seconda della tipologia di infrastruttura stradale ed in funzione di fasce di pertinenza. All'interno di queste ultime non si deve tenere conto delle zonizzazioni acustiche comunali. In particolare le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni e vengono suddivise in:

- A. autostrade;
- B. strade extraurbane principali;
- C. strade extraurbane secondarie;
- D. strade urbane di scorrimento;
- E. strade urbane di quartiere;
- F. strade locali.

L'Art. 1 "Definizioni", puntualizza il significato di alcuni termini "chiave":

- Infrastruttura stradale esistente: quella effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione o per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del decreto.
- Infrastruttura stradale di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del decreto o comunque non ricadente nella definizione precedente.
- Ampliamento in sede di infrastruttura stradale in esercizio: la costruzione di una o più corsie in affiancamento a quelle esistenti, ove destinate al traffico veicolare.
- Confine stradale: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato (in mancanza delle precedenti informazioni il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea).
- Fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale per ciascuna lato dell'infrastruttura a partire dal confine stradale (di dimensione variabile in relazione al tipo di infrastruttura e compresa tra un massimo di 250 m e un minimo di 30 m). Il corridoio progettuale, nel caso di nuove infrastrutture ha una estensione doppia della fascia di pertinenza acustica (500 m per le autostrade).
- Ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza delle persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 277/1991.

- Ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa, aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici, ecc.

I valori limite di immissione stabiliti dal Decreto sono verificati in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.

I limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti sono definiti nelle tabelle riportate nel seguito.

Tabella 7-1: Infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		ALTRI RICETTORI	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbane di quartiere		30	Definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM del 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6 comma 1 lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F – locale		30				

(*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 7-2: Infrastrutture stradali di nuova realizzazione

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		ALTRI RICETTORI	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
A - autostrada		250	50	40	65	55
B – extraurbana principale		250	50	40	65	55
C – Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D – urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E – urbane di quartiere		30	Definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM del 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6 comma 1 lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F – locale		30				

(*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Qualora i valori indicati nelle tabelle e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997 (limiti delle classi acustiche) non siano tecnicamente raggiungibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche, o a carattere ambientale, si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti in ambiente abitativo a finestre chiuse:

- 35 dBA Leq notturno per ospedali, case di cura e di riposo;
- 40 dBA Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dBA diurno per le scuole.

Applicando le indicazioni normative all'intervento in progetto ne deriva che alla nuova bretella è applicata una fascia di pertinenza acustica divisa in due parti:

- Fascia A: ampiezza 100 m per parte dal confine stradale
- Fascia B: ampiezza 150 m oltre la Fascia A

I livelli limite di immissione per i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza sono, pertanto, i seguenti:

Tabella 7-3: Limiti per i ricettori nelle fasce di pertinenza

		Limite Diurno dBA	Limite Notturno dBA
Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)	Fascia A	50	40
	Fascia B		
Altri Ricettori	Fascia A	70	60
	Fascia B	65	55

(*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 7-4: Limiti per la classi della zonizzazione del territorio

CLASSI	FASCIA ORARIA	
	06-22	22-06
I – Aree protette	50	40
II – Aree residenziali	55	45
III – Aree miste	60	50
IV – Aree di intensa attività umana	65	55
V – Aree prevalentemente industriali	70	60
V – Aree esclusivamente industriali	70	70

Il Comune di Petacciato risulta non avere ancora approvato il Piano di Classificazione acustica del territorio comunale.

7.1.3 Caratterizzazione dello stato attuale

7.1.3.1 Censimento ricettori

Contestualmente all'esecuzione della campagna di misura si è proceduto a effettuare un sopralluogo conoscitivo, preceduto da un'analisi preliminare cartografica, per la definizione della destinazione d'uso e del numero di piani degli edifici presenti nell'area di intervento. Nello specifico, l'area di studio è delimitata dalle fasce di pertinenza acustica e dai limiti dell'intervento in progetto.

Dal censimento è risultato presente un solo edificio residenziale potenzialmente interessato dall'intervento in progetto. Si è, inoltre, considerato un secondo edificio, non interessato dall'intervento, ma considerato per la sua posizione come rappresentativo dei potenziali effetti di rumore sul Sito di Importanza Comunitaria "Foce Trigno – Marina di Petacciato" (SIC IT7228221) presente nell'area di studio sostanzialmente lungo la

spiaggia di Marina di Petacciato (cfr. lo "Studio per la Valutazione di Incidenza" annesso al SIA). Riguardo quest'ultimo aspetto, in particolare, è possibile evidenziare anche che gli elementi caratterizzanti il sito nel tratto dell'area di studio interessata dalla bretella in progetto sono sostanzialmente rappresentati dalle dune sabbiose e dalla vegetazione caratteristica di questi ambienti e, quindi, da elementi non "ricettivi" dal punto di vista del rumore in senso lato.

Ognuno di questi edifici ha due piani, per cui ciascun edificio è individuato da due ricettori.

Le dimensioni geometriche precise degli edifici e degli altri elementi (artificiali, morfologici) che compongono il contesto territoriale interessato sono state poi desunte dai rilievi topografici svolti a supporto della progettazione.

Nell'area di studio non sono presenti ricettori sensibili, quali scuole, od ospedali, né aree a destinazioni particolare, quali parchi, giardini pubblici, ecc.

Ai ricettori sono stati assegnati i limiti di immissione derivanti dall'appartenenza alle fasce di pertinenza acustica tenuto conto della concorsualità con la linea ferroviaria e la Strada Statale 16 (cfr. paragrafo 7.1.4.1.2 e, in particolare, Tabella 7-7).

I ricettori simulati sono illustrati e identificati con un codice numerico riportato nelle tavole "MAM-QAMB-RUM" allegate allo studio, che riportano anche l'indicazione delle fasce di pertinenza e i limiti dell'intervento stradale.

Di seguito si riportano i due edifici individuati (come detto, il primo potenzialmente interessato dall'intervento in progetto, il secondo, non interessato dall'intervento, ma considerato per la sua posizione come rappresentativo dei potenziali effetti di rumore sul Sito di Importanza Comunitaria).

Edificio n.	Fascia di pertinenza acustica	Limite diurno dB(A)	Limite notturno dB(A)
1	A	67,9	57,9



Figura 7-1: Foto dell'edificio 1 potenzialmente interessato dall'intervento in progetto

Edificio n.	Fascia di pertinenza acustica	Limite diurno dB(A)	Limite notturno dB(A)
2	A	67,0	57,0



Figura 7-2: Foto dell'edificio 2 non interessato dall'intervento in progetto, ma rappresentativo per la sua posizione dei potenziali effetti di rumore sul SIC

7.1.3.2 Rilevamento acustico

Il rilevamento acustico è stato effettuato mediante l'esecuzione di una misura settimanale con centralina mobile equipaggiata con catena di misura microfono, preamplificatore, fonometro integratore, che soddisfa i requisiti imposti dai commi 1, 2, 3 e 4 dell'art.2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico":

- Fonometro integratore IEC 61672/2002 – Class 1 IEC 60651/2001 – IEC 60804/2000 – Type 1;
- Calibratore CEI 29-14, IEC 942/1998 – Class 1;
- Filtri per analisi in frequenza EN 61260 –1995 (IEC 1260).

Gli strumenti utilizzati sono i seguenti:

- Fonometro Larson-Davis LD 831 s.n. 1911
- Calibratore Larson Davis LD CAL200 s.n. 3266

Prima e dopo il rilevamento è stata eseguita la calibrazione della catena di misura. Lo scostamento rispetto al segnale di riferimento del calibratore è risultato sempre inferiore al valore limite di 0,5 dB (art. 2 comma 3 D.M. 16 marzo 1998 “*Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico*”).

Per la successiva elaborazione dei dati misurati si è utilizzato il software NOISE AND VIBRATION WORKS versione 2.5.0.

Gli strumenti utilizzati sono in possesso dei relativi certificati di taratura rilasciati da laboratori certificati, o dalle case costruttrici.

Le condizioni meteorologiche durante le misure sono risultate idonee al corretto svolgimento delle indagini, ad eccezione di qualche breve evento di pioggia.

Gli intervalli anomali sono stati adeguatamente mascherati in fase di elaborazione della misura.

Durante la misura si è sempre fatto uso di protezione antivento per i microfoni.

Presso il ricettore n.1 indicato nelle tavole MAM-QAMB-RUM-001-002 allegate è stato quindi effettuato il rilevamento del rumore con misura settimanale.

Durante l'esecuzione della misura sono stati rilevati i seguenti parametri, riferiti ad ogni intervallo di misura e ai periodi di riferimento diurno e notturno per ogni giorno di misura:

- Livelli equivalenti;
- Livelli statistici (L1, L5, L10, L50, L90, L95);
- Livelli di picco orari;
- Livelli massimi orari;
- Livelli minimi orari.

È stata acquisita la time history per tutto il tempo di misura, rilevata con costante di tempo fast, curva di ponderazione A e memorizzazione dei Leq (Livelli equivalenti).

La risoluzione per la time history è stata pari a: 1 secondo.

La postazione scelta per l'esecuzione della misura settimanale in esterno è la seguente:

- **Postazione S01** – Presso ricettore residenziale di proprietà del Sig. Di Nicola Giovanni Camilli sito in Contrada Marinelle, 1 Petacciato (CB).

La postazione di misura è stata scelta in modo da caratterizzare la rumorosità esistente, tenendo per esempio conto della direzione prevalente di provenienza del rumore, della forma degli edifici circostanti, dell'eventuale presenza di ostacoli o di situazioni che potrebbero pregiudicare l'esecuzione o non ripetibilità delle misure.

È stato determinato il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,TR nei tempi di riferimento TR (TR = 6:22 h per il periodo diurno e TR= 22:6 h per il periodo notturno) secondo l'allegato B, comma 2a, del D.M. 16/03/98.

Il microfono, munito di cuffia antivento, è stato montato tramite apposito supporto su treppiede telescopico e collegato al sistema di acquisizione mediante cavo.

La misura è stata eseguita dal 19/06/2012 al 25/06/2012.

I valori rilevati nella campagna di misura eseguita sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 7-5: Valori del monitoraggio eseguito

CODICE MISURA	Leq(A) Medio Diurno [dB(A)]	Leq(A) Medio Notturno [dB(A)]
S01	57.3	56.8

La scheda dettagliata dei risultati delle indagini fonometriche sono riportate all'allegato MAM-AMBX-001 “Indagini acustiche”.

La campagna di misura eseguita ha permesso di caratterizzare la sorgente e il clima acustico esistente allo stato attuale nell'area interessata dal progetto e, inoltre, di tarare il modello di simulazione acustica utilizzato nell'analisi previsionale, sia dello stato attuale, sia dello stato progettuale, descritte nei paragrafi successivi.

7.1.4 Definizione e analisi degli impatti potenziali

7.1.4.1 Fase di esercizio

7.1.4.1.1 Premessa

L'analisi previsionale di impatto acustico nello scenario attuale e di progetto (con presenza della bretella) è stata elaborata mediante l'utilizzo del modello previsionale SoundPlan® nel seguito descritto, tarato sulla base del rilevamento acustico esposto al paragrafo 7.1.3.2 e verificando dapprima la concorsualità di seguito descritta, come previsto dalla normativa.

7.1.4.1.2 Verifica della concorsualità

In fase di predisposizione dello studio è stata verificata la concorsualità acustica con le immissioni derivanti dal traffico circolante sulle altre infrastrutture di trasporto presenti. La verifica condotta ha evidenziato che nel territorio interessato dalla realizzazione della nuova bretella sono presenti una linea ferroviaria acusticamente concorsuale (Ferrovia Adriatica) e la Strada Statale 16.

Le infrastrutture prese in esame per la definizione dei limiti normativi, che tengano conto della concorsualità secondo quanto prescritto nell'Allegato 4 del DMA 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", sono le strade extraurbane e/o le linee ferroviarie che intersecano la bretella oggetto di studio e/o presentano una sovrapposizione delle proprie fasce di pertinenza con quelle della strada in oggetto (concorsualità "geometrica").

Nel caso in esame, le due infrastrutture che presentano una concorsualità "geometrica" con la bretella autostradale sono quelle già citate della linea ferroviaria Adriatica e la S.S.16.

Sulla base del DPR 19/3/2004 n°142 per quel che riguarda le infrastrutture stradali e del DPR18/10/1998 n°459 per la linea ferroviaria, sono state individuate le ampiezze delle fasce di pertinenza delle infrastrutture coinvolte con i relativi limiti normativi applicabili, riportate nella tabella seguente.

Tabella 7-6: Ampiezze delle fasce di pertinenza delle infrastrutture coinvolte e relativi limiti normativi applicabili

Infrastruttura	Riferimento	Tipologia	Sotto-tipologia	Ampiezza fasce di pertinenza	Limiti normativi	
					Diurno	Notturmo
Nuova bretella e A14	Tabella 2 D.P.R. 19/03/2004 n° 142	A - autostrada	A	100 (fascia A)	70	60
				150 (Fascia B)	65	55
Ferrovia Adriatica	Art. 5 D.P.R. 18/10/1998 n°459	/	/	100 (fascia A)	70	60
				150 (Fascia B)	65	55
S.S.16	Tabella 2 D.P.R. 19/03/2004 n° 142	C - extraurbana secondaria	Ca	100 (fascia A)	70	60
				150 (Fascia B)	65	55

Una volta individuate le infrastrutture che presentano una concorsualità geometrica con la strada in esame e definite le ampiezze delle rispettive fasce di pertinenza, sono stati individuati tutti i ricettori censiti ricadenti nelle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza stradali con quelle delle infrastrutture secondarie. Esclusivamente a questi ricettori è stata estesa la verifica di concorsualità come indicato dall'Allegato 4 del DMA 29/11/2000, ai fini della corretta definizione dei limiti normativi.

Nel caso in esame, vi è solo 1 ricettore ricadente nell'area di sovrapposizione delle fasce di pertinenza della linea ferroviaria con le fasce di pertinenza stradali, che coincide dunque con il ricettore cui è stata estesa la verifica di concorsualità.

Calcolo dei limiti normativi applicabili

Per il ricettore per il quale è stata verificata la condizione di effettiva concorsualità, secondo quanto sopra descritto, sono stati calcolati i limiti normativi con i quali confrontare i livelli di pressione sonora ottenuti dalle simulazioni acustiche.

Di seguito sono riportati i diversi scenari che descrivono le possibili interazioni fra le infrastrutture presenti.

Per ciascuno scenario sono state individuate le modalità d'interazione di tali infrastrutture, ai fini della determinazione dei limiti acustici applicabili.

Scenario A – Presenza della sola autostrada

Nel caso che nell'area non siano presenti ulteriori infrastrutture si applicano i seguenti limiti:

Fascia	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A	70	60
B	65	55

Si precisa che nel caso in esame non esistono ricettori che ricadono in questa categoria.

Scenario B – Presenza della bretella autostradale e di un'ulteriore infrastruttura

Nel caso in cui, oltre all'infrastruttura stradale principale, sia presente un'ulteriore infrastruttura, non sottoposta a simulazioni, i limiti imposti alla strada principale vengono ridotti di una quantità ottenuta in base alla seguente equazione:

$$10 \text{ Log } [10^{(L1-\Delta Leq)/10} + 10^{(L2-\Delta Leq)/10}] = \max(L1, L2)$$

con L1 ed L2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

In questo modo, si vincolano le due sorgenti sonore a rispettare dei limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo consentito per ogni singolo ricettore.

Tale formula fa sì che, nel caso in cui L1 ed L2 siano diversi, si applichi ai due limiti un'uguale riduzione percentuale, di modo che non venga penalizzata l'infrastruttura cui compete un limite acustico inferiore.

I limiti applicabili sono ottenuti sottraendo ai limiti imposti all'infrastruttura stradale principale il Leq ottenuto in base all'Equazione precedente. Tale Leq e, di conseguenza, i limiti variano in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle due infrastrutture secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

Tabella 7-7: Variazioni dei limiti acustici in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza di due infrastrutture

Fasce di pertinenza		Valori dei limiti di riferimento	
Infrastruttura principale	Infrastruttura secondaria	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A	A	67.0	57.0
A	B	68.8	58.8
B	A	63.8	53.8
B	B	62.0	52.0

Si precisa che nel caso in esame esiste un solo edificio (ric. n. 2) interessato dalla concorsualità, per il quale valgono i precedenti limiti.

Scenario C – Presenza dell'autostrada e di due ulteriori infrastrutture

Nel caso in cui, oltre all'infrastruttura stradale principale, siano presenti altre due infrastrutture (non sottoposte a simulazioni), i limiti imposti alla strada principale vengono ridotti di una quantità ottenuta in base alla seguente equazione:

$$10 \text{ Log } [10^{(L1-\Delta\text{Leq})/10} + 10^{(L2-\Delta\text{Leq})/10} + 10^{(L3-\Delta\text{Leq})/10}] = \max(L1, L2, L3)$$

con L1, L2 e L3 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Le considerazioni fatte nel caso precedente valgono anche in questo con l'unica differenza che il ΔLeq e, di conseguenza, i limiti variano in funzione delle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza acustiche delle tre infrastrutture, così come evidenziato nella tabella seguente.

Tabella 7-8: Variazioni dei limiti acustici in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza di tre infrastrutture

FASCIA A DELL'INFRASTRUTTURA PRINCIPALE

Infrastruttura secondaria 1		Infrastruttura secondaria 2	
		Fascia A	Fascia B
	Fascia A	65.2 dB(A) Leq diurno 55.2 dB(A) Leq notturno	66.4 dB(A) Leq diurno 56.4 dB(A) Leq notturno
Fascia B	66.4 dB(A) Leq diurno 56.4 dB(A) Leq notturno	67.9 dB(A) Leq diurno 57.9 dB(A) Leq notturno	

FASCIA B DELL'INFRASTRUTTURA PRINCIPALE

Infrastruttura secondaria 1		Infrastruttura secondaria 2	
		Fascia A	Fascia B
	Fascia A	61.4 dB(A) Leq diurno 51.4 dB(A) Leq notturno	62.9 dB(A) Leq diurno 52.9 dB(A) Leq notturno
Fascia B	62.9 dB(A) Leq diurno 52.9 dB(A) Leq notturno	60.2 dB(A) Leq diurno 50.2 dB(A) Leq notturno	

Si precisa che nel caso in esame esiste un solo edificio (ric. n.1) interessato dalla concorsualità, per il quale valgono i precedenti limiti.

7.1.4.1.3 Dati di traffico

Per quanto riguarda i dati di traffico, si sono utilizzati i dati delle spire autostradali nel tratto compreso tra Vasto e Termoli; in particolare, la taratura del modello si è basata sui dati di traffico relativi alla settimana tra il 19/06/2012 ed il 25/06/2012, coincidente con il periodo della misura fonometrica settimanale. Gli scenari dello stato attuale e di progetto sono stati basati sul traffico consolidato nel tratto autostradale in esame per l'anno 2012.

Nelle tabelle seguenti si riportano in sintesi i dati utilizzati.

Tabella 7-9: Traffico medio giornaliero settimana 19-25 giugno 2012

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO 19/06/2012-25/06/2012						
	Direzione Termoli			Direzione Vasto		
	Diurno	Notturno	Totale	Diurno	Notturno	Totale
Leggeri	6.817	878	7.694	5.902	730	6.632
Pesanti	1.333	452	1.785	1.599	380	1.979
Totale	8.150	1.330	9.479	7.501	1.110	8.611

Tabella 7-10: Traffico medio giornaliero consolidato anno 2012

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO ANNO 2012						
	Direzione Termoli			Direzione Vasto		
	Diurno	Notturno	Totale	Diurno	Notturno	Totale
Leggeri	5.678	613	6.291	6.074	656	6.729
Pesanti	1.884	531	2.416	2.062	582	2.644
Totale	7.562	1.144	8.707	8.135	1.237	9.373

7.1.4.1.4 Metodologia di analisi previsionale e simulazioni acustiche

Tramite il software previsionale SoundPlan® sono state svolte le simulazioni per stimare l'impatto acustico dovuto all'intervento in progetto. A tale scopo, si è provveduto alla realizzazione della modellazione 3D del territorio mediante l'inserimento degli elementi tridimensionali: isoipse e punti di elevazione ed edifici. A partire da questi elementi si è costruito il modello digitale del terreno (DGM "Digital Ground Model") tramite SoundPlan®; su di esso sono stati apposti i ricettori (uno per piano sulla facciata più esposta) con le rispettive altezze. Sul DGM così realizzato si è quindi inserita la bretella in progetto, al fine di generare la sorgente di rumore (si precisa che per la sorgente stradale è stato utilizzato lo standard NMPB-Routes-96).

L'ultimo passo si è espletato nell'attribuzione dei volumi di traffico e delle velocità di percorrenza alla bretella, nella definizione delle facciate di calcolo dei ricettori e nella scelta dello standard di calcolo, mediante taratura confrontando i valori simulati nello stato attuale con quelli misurati con il rilevamento acustico settimanale.

Riguardo questo ultimo aspetto, si precisa che il clima acustico del punto di misura è influenzato, oltre che dall'autostrada A14, anche dai transiti ferroviari della limitrofa linea adriatica e di quelli veicolari sulla S.S.16. Per tale motivo, i valori rilevati nel punto di

misura evidenziano una sottostima del modello acustico. Si è quindi proceduto ad effettuare delle "maschere", al fine di rimuovere i contributi derivanti dal passaggio dei treni e da altri eventi anomali non riconducibili al flusso veicolare in transito sull'A14. I risultati di tali operazioni sono riportati in sintesi nella tabella seguente, che evidenzia come la taratura del modello rispetto alla misura "mascherata", abbia evidenziato uno scostamento medio di -0.2 dB(A), risultando quindi valida.

Tabella 7-11: Taratura del modello

	Livelli misurati Settimanali		Livelli misurati con maschere		Valori simulati SDF giugno 2012	
	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
P1	57,3	56,8	56,5	51	56	51,8

7.1.4.1.5 Analisi dei risultati

Nel presente paragrafo si commentano i risultati emersi dalle modellazioni, riportati nelle tavole MAM-QAMB-RUM-001_004 allegate, con la lettura dei valori di immissione calcolati sulle facciate dell'edificio presente e determinati mediante l'applicazione del modello.

La verifica è stata quindi effettuata mediante il confronto dei valori acustici simulati e i limiti stabiliti dalla normativa.

L'analisi e la verifica dei risultati sono esposti nella Tabella 7-12, che, in particolare, riporta:

- codice identificativo dell'edificio;
- tipologia dell'edificio;
- numero di piani di cui si compone l'edificio;
- fascia di pertinenza acustica/classe acustica stato di fatto di appartenenza dell'edificio;
- limiti di normativa stato attuale;
- livelli di rumore stato attuale;
- fascia di pertinenza acustica/classe acustica stato di progetto di appartenenza dell'edificio;
- limiti dello stato di progetto considerando la concorsualità;
- livelli di rumore stato di progetto.

I risultati di tali simulazioni per la situazione attuale e per lo scenario di progetto con bretella in esercizio sono riportati nella Tabella 7-12 e nelle tavole MAM-QAMB-RUM-001_004 e rientrano nei limiti normativi.

7.1.4.2 Fase di cantiere

Per la fase di cantiere si prospettano temporanei e limitati disturbi a carico dell'unico edificio presente nell'area potenzialmente affetto dai lavori (edificio n.1), che, comunque, si trova sul lato autostradale non oggetto di intervento.

Trovandosi, invece, ancora più lontano dall'intervento in progetto rispetto all'edificio 1 e, inoltre, separato rispetto ai lavori di realizzazione della bretella dalla stessa A14, dalla Ferrovia Adriatica e dalla Strada Statale 16, per la fase di cantiere si possono ritenere non influenti i possibili disturbi da rumore sul Sito di Importanza Comunitaria "Foce Trigno – Marina di Petacciato" (SIC IT7228221) presente nell'area di studio sostanzialmente lungo la spiaggia di Marina di Petacciato (cfr. lo "Studio per la Valutazione di Incidenza" annesso al SIA). A riguardo, è anche possibile evidenziare che gli elementi caratterizzanti il sito nel tratto dell'area di studio interessata dalla bretella in progetto sono sostanzialmente rappresentati dalle dune sabbiose e dalla vegetazione caratteristica di questi ambienti e, quindi, da elementi non "ricettivi" dal punto di vista del rumore in senso lato.

Nello specifico, dal punto di vista normativo e procedurale, i lavori per la realizzazione delle opere previste in progetto possono essere considerati ai fini della regolamentazione acustica come attività temporanee. In base alla Legge quadro sul rumore (L 447/1995) tale regolamentazione è disciplinata dalle regioni (che ne definiscono i criteri; art. 4, comma 1, lett. a e g) e dai comuni (che gestiscono le autorizzazioni; art. 6, comma 1, lett. h). La Regione Molise non ha ottemperato alle indicazioni nazionali e, quindi, manca un quadro normativo regionale di riferimento.

In generale, i comuni possono autorizzare deroghe temporanee ai limiti di emissione, qualora lo richiedano particolari esigenze locali, o ragioni di pubblica utilità. I provvedimenti dei comuni devono contenere le eventuali misure necessarie a ridurre al minimo le molestie a terzi e i limiti temporali di validità della deroga.

Nel caso oggetto di studio l'eventuale richiesta di deroga verrà presentata al comune dall'impresa aggiudicataria dei lavori, che, in base alla propria organizzazione dei lavori, della logistica e delle modalità costruttive, dovrà fornire all'Amministrazione Comunale gli elementi tecnici conformi a quanto indicato dalle disposizioni di legge (studio di impatto acustico).

L'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà comunque attuare le misure di mitigazione per il contenimento del rumore usualmente adottate nel caso di significativi interventi infrastrutturali.

A riguardo, si riportano quindi alcuni accorgimenti di carattere generale che dovranno essere adottati dalle imprese.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazioni:

- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali.

Normativa nazionale per le macchine da cantiere in vigore:

- Decreto Ministeriale 28 novembre 1978, n. 588;

- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992 n. 135 integrato dal Decreto Ministeriale del 26 agosto 1998 n. 198;
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992 n. 137;
- Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n.262, Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

Per quanto non specificato nelle norme precedenti si applica la cosiddetta "Direttiva Macchine", D.P.R. 24 luglio 1996 n. 459, nella parte che riguarda il livello di potenza acustica emesso dalle macchine.

Normativa Comunitaria anche se non recepita:

- Direttiva 98/37/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998, il cui recepimento nazionale dovrebbe sostituire il DPR 459/96 "Direttiva macchine".
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione di silenziatori sugli scarichi in particolare sulle macchine di una certa potenza;
- utilizzo di impianti fissi schermati;
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati soggetti giochi meccanici;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate;
- utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;

- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...);
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici (cicalini), sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Transito dei mezzi pesanti

- riduzione delle velocità di transito in corrispondenza dei centri abitati;
- evitare il transito dei mezzi nelle prime ore della mattina e nelle prime ore del pomeriggio.

7.1.5 Conclusioni

L'esito della modellazione acustica svolta nello studio della fase di esercizio ha evidenziato che la realizzazione della nuova bretella non comporta un peggioramento del clima acustico per i ricettori dell'area, risultando quindi compatibile con il clima acustico attuale e, inoltre, con i limiti autostradali stabiliti dalla normativa.

Per tale motivo, non è stato necessario prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione acustica.

I livelli di rumore autostradale stimati presso il ricettore n.2 si possono considerare rappresentativi anche degli effetti acustici sul litorale e l'area SIC ivi presente: essi risultano particolarmente contenuti e, soprattutto, di fatto invariati tra la situazione attuale e quella di progetto.

Per la fase di cantiere si prospettano temporanei e limitati disturbi a carico dell'unico ricettore presente nell'area potenzialmente affetto dai lavori (edificio n.1), che, comunque, si trova sul lato autostradale non oggetto di intervento. A riguardo, l'eventuale richiesta di deroga verrà presentata al comune dall'impresa aggiudicataria dei lavori, che, in base alla propria organizzazione dei lavori, della logistica e delle modalità costruttive, dovrà fornire all'Amministrazione Comunale gli elementi tecnici conformi a quanto indicato dalle disposizioni di legge (studio di impatto acustico). L'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà comunque attuare le misure di mitigazione per il contenimento del rumore usualmente adottate nel caso di significativi interventi infrastrutturali.

Trovandosi, invece, ancora più lontano dall'intervento in progetto rispetto all'edificio 1 e, inoltre, separato rispetto ai lavori di realizzazione della bretella dalla stessa A14, dalla Ferrovia Adriatica e dalla Strada Statale 16, per la fase di cantiere si possono ritenere non influenti i possibili disturbi da rumore sul Sito di Importanza Comunitaria "Foce Trigno – Marina di Petacciato" (SIC IT7228221) presente nell'area di studio sostanzialmente lungo la spiaggia di Marina di Petacciato (cfr. lo "Studio per la Valutazione di Incidenza" annesso al SIA). A riguardo, è anche possibile evidenziare che gli elementi caratterizzanti il sito nel tratto dell'area di studio interessata dalla bretella in progetto sono sostanzialmente rappresentati dalle dune sabbiose e dalla vegetazione caratteristica di questi ambienti e, quindi, da elementi non "ricettivi" dal punto di vista del rumore in senso lato.

Tabella 7-12: Risultati simulazione acustica

ID Edificio	Tipologia Edificio	Piano ricettore	Fascia di pertinenza acustica o Classe acustica	Livelli limite [dBA]		Livelli limite con concorsualità [dBA]		Livelli stato attuale SDF anno 2012 [dBA]		Livelli stato di progetto SDP anno 2012 [dBA]	
				Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte
1	Residenza	1	Fascia A	70	60	67,9	57,9	56,0	52,0	56,4	52,4
1	Residenza	2	Fascia A	70	60	67,9	57,9	58,8	54,8	59,2	55,3
2	Residenza	1	Fascia A	70	60	67,0	57,0	52,0	48,0	50,7	46,7
2	Residenza	2	Fascia A	70	60	67,0	57,0	53,1	49,2	52,4	48,5

7.2 VIBRAZIONI

Per l'analisi della Componente Vibrazioni si fa riferimento alla Norma UNI 9614, analizzando quindi i potenziali livelli di disturbo per la popolazione nella fase di costruzione e quindi in quella di cantiere.

La tipologia di lavorazioni e le caratteristiche del territorio portano, infatti, a escludere danni agli edifici.

Nella norma citata la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono, rispettivamente: a_w ed L_w . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$.

Nell'Appendice (che non costituisce parte integrante della norma) della Norma UNI 9614 si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite indicati nelle tabelle riportate di seguito.

Tabella 7-13: Limite UNI 9614 delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza, di Livello Costante e non Costante, Validi per l'Asse Z.

Destinazione d'Uso	a_w [m/s ²]	L_w [dB]
Aree critiche	$5,0 * 10^{-3}$	74
Abitazioni (Notte)	$7,0 * 10^{-3}$	77
Abitazioni (Giorno)	$10,0 * 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 * 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 * 10^{-3}$	92

Tabella 7-14: Limite UNI 9614 delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza, di Livello Costante e non Costante, Validi per gli Assi X, Y.

Destinazione d'Uso	a_w [m/s ²]	L_w [dB]
Aree critiche	$3,6 * 10^{-3}$	71
Abitazioni (Notte)	$5,0 * 10^{-3}$	74
Abitazioni (Giorno)	$7,2 * 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 * 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 * 10^{-3}$	89

Tabella 7-15: Limiti delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza in Presenza di Vibrazioni Impulsive.

Destinazione d'Uso	a_w (Z) [m/s ²]	a_w (XY) [m/s ²]
Aree critiche	$5,0 * 10^{-3}$	$3,6 * 10^{-3}$
Abitazioni (Notte)	$7,0 * 10^{-3}$	$5,0 * 10^{-3}$
Abitazioni (Giorno)	0,30	0,22
Uffici	0,64	0,46
Fabbriche	0,64	0,46

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

La caratterizzazione del territorio è propedeutica alla valutazione degli impatti derivanti dall'opera in esame per quanto concerne l'individuazione di ricettori particolarmente sensibili e la caratterizzazione geolitologica dei terreni interessati.

Le classi di sensibilità, a prescindere da considerazioni locali, quali, ad esempio, lo stato di conservazione e la tipologia costruttiva dell'immobile, sono state stilate sulla base della destinazione d'uso dell'immobile in conformità con la Norma UNI 9614 e sono definite come nella tabella seguente.

Tabella 7-16: Classi di Sensibilità.

N.	Destinazione D'uso	Classe di Sensibilità
1	Aree critiche	MOLTO ALTA
2	Abitazioni	ALTA
3	Uffici	MEDIA
4	Fabbriche	BASSA

Le aree critiche, indicate nella tabella sopra riportata, includono le aree archeologiche di importanza storico-monumentale, le infrastrutture sanitarie (ospedali, case di cura e riposo), le infrastrutture per l'istruzione, nonché le industrie che impiegano macchinari di precisione.

Sulla base delle informazioni già riportate nei capitoli inerenti l'uso del suolo e la componente rumore si evidenzia che non vi sono edifici ad elevata sensibilità nell'area in studio.

Le emissioni di vibrazioni da parte del traffico autostradale dipendono da numerosi fattori. In generale, il livello di vibrazioni emesso da mezzi pesanti è sensibilmente maggiore di quello dei veicoli leggeri. Inoltre, il fattore determinante è lo stato della pavimentazione stradale: emissioni sensibili si hanno essenzialmente in corrispondenza di irregolarità della superficie. La velocità di transito influenzano il livello di emissione e parzialmente anche il contenuto in frequenza. Quest'ultimo è in genere dominante nella banda tra 8 e 20 Hz.

Dati disponibili in letteratura confermano che le vibrazioni indotte da traffico leggero sono al di sotto della soglia di percezione ad una decina di metri di distanza. Secondo alcuni autori un automezzo pesante produce velocità particellari inferiori a 0,1mm/s a 15m.

Nel corso di precedenti progettazioni autostradali della Società Autostrade per l'Italia S.p.A. sono state svolte campagne di monitoraggio con misure accelerometriche: nelle tabelle sotto riportate sono illustrati gli esiti dei rilievi svolti lungo l'autostrada A1 nei tratti Milano Sud – Lodi e Bologna – Firenze. I valori riscontrati descrivono effetti derivanti dal fenomeno vibratorio di livello molto basso e assai inferiori ai valori limite indicati dalle norme di riferimento.

Tabella 7-17: Misure A1 Tratto Milano Sud – Lodi

Punto	Distanza da autostrada (m)	Data	Postazione	Lw [dB]	Llim [dB]
P1 - Melegnano	5	08/03/2011	Z	62.1	74.0
		08/03/2011	X	52.9	74.0
P2 - Loc. Riozzo	50	07/03/2011	Z	53.4	74.0
		07/03/2011	Y	70.3	74.0
P3 – Lodi Vecchio	300	07/03/2011	Z	44.9	74.0
		07/03/2011	X	44.1	74.0
P4 – Borgo San Giovanni	50	07/03/2011	Z	51.1	74.0
		07/03/2011	Y	61.5	74.0

Tabella 7-18: Misure A1 Tratto Barberino Mugello – Incisa Val d'Arno e differenza rispetto al limite individuato dalla Norma UNI 9614

Distanza [m]	Località	Rilevati asse Z	Accelerazione [dB]	
			Limiti asse Z per aree critiche	Δ
V3	Chiesa Michelucci	56,9	74	-17,1
V4	Campi Bisenzio	55,6	74	-18,4
V5	Casellina	62,9	74	-11,1
V6	Vintone	59,1	74	-14,9
V7	Pozzolatico	55,6	74	-18,4

Tabella 7-19: Misure A1 Tratto Casalecchio Reno – Sasso Marconi e valori limite per aree critiche individuati dalla Norma UNI 9614

Distanza [m]	Progressiva [km]	Valore Globale Pesato	Accelerazione [m/s ²]	
			Limiti per aree critiche	Δ
8	196 + 750	0,00362	0,005	-0,00138
8	196 + 750	0,00228	0,005	-0,00272
8	196 + 750	0,00348	0,005	-0,00152
8	196 + 750	0,00227	0,005	-0,00273
10	196 + 750	0,00151	0,005	-0,00349
10	196 + 750	0,00136	0,005	-0,00364

Sulla base di quanto esaminato si può concludere che le vibrazioni non rappresentano un elemento di criticità per la tipologia di infrastruttura in esame, anche in ragione della distanza significativa (circa 70 m) dell'unico ricettore presente e della localizzazione della nuova opera sul lato opposto del tracciato autostradale rispetto a questo edificio.

I problemi di vibrazioni in fase di costruzione delle opere possono derivare da emissione dirette di vibrazioni nel corso delle lavorazioni e da emissione di rumore a bassa frequenza, in relazione ai fattori causali e agli effetti riassunti in Tabella 7-20.

Tabella 7-20 – Problematiche vibrazionali in fase di costruzione.

PROBLEMATICHE	PRINCIPALI FATTORI CAUSALI	EFFETTI POTENZIALI
EMISSIONE VIBRAZIONI	Demolizioni strutture esistenti in c.a. con martelli pneumatici, martelloni o altro Infissione pali o scavo pali di fondazione con metodi a percussione	Vibrazioni trasmesse dal terreno agli elementi strutturali degli edifici, con emissione di rumore per via solida
	Compattazione sottofondi rilevati con vibrocompattatori, rulli vibranti, ecc.	
	Traffico di cantiere	
EMISSIONE RUMORE A BASSA FREQUENZA	Macchine operatrici nell'area di cantiere	Vibrazione elementi strutturali (vetri, suppellettili) con emissione di rumore in corrispondenza delle frequenze di risonanza

I problemi di disturbo, anche in assenza di superamento dei limiti di legge, sono di importanza variabile in relazione alla tecnica costruttiva e generalmente più frequenti quando le lavorazioni sono estese al periodo notturno.

I casi tipici riguardano gli scavi delle gallerie con impiego di esplosivi o mezzi meccanici, mentre lo scavo con frese o utensili a rotazione non determina generalmente effetti significativi.

Nel SIA sono state svolte delle verifiche dei livelli di vibrazione determinate dalla costruzione della bretella autostradale in base a dati di emissione determinati su base sperimentali in casi analoghi. I livelli stimati sugli edifici in funzione della distanza dalla sorgente di emissione vengono poi confrontati con quelli ammissibili dalla normativa di riferimento, eventualmente sono definiti gli accorgimenti operativi da eseguire nel caso che i predetti livelli risultino inaccettabili.

Le componenti di attenuazione e amplificazione delle vibrazioni all'interno del terreno e sull'edificio, introdotte nel calcolo come valori medi, riguardano:

- attenuazione per dissipazione interna del terreno
- attenuazione geometrica, in relazione al tipo di sorgente e di onda
- attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno
- attenuazione dovuta all'accoppiamento terreno-fondazione
- attenuazione dovuta alla propagazione in direzione verticale nel corpo dell'edificio
- amplificazione determinata dai solai

I calcoli previsionali sono stati svolti in corrispondenza di punti di calcolo localizzati sul 1° orizzontamento dell'edificio a distanze via via crescenti dal fronte di lavoro, al fine di valutare varie geometrie sorgente-ricettore e, in particolare, alle distanze di 10, 25, 50, 75, 100, 150 e 200 m.

Nelle Tabella 7-21 e Tabella 7-22 sono riportati i valori di emissione del rullo vibro compattatore e del dozer, utilizzati prevalentemente lungo il fronte avanzamento lavori nei tratti di realizzazione su rilevato.

Tabella 7-21: Livelli di emissione rullo compattatore

d (m)	Frequenza (Hz)																			
	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	63.0	80.0
10.0	68.9	71.4	69.7	68.9	69.5	70.6	68.5	68.4	68.9	69.7	70.3	67.5	62.5	63.5	61.3	47.9	58.8	49.7	46.6	42.7
25.0	60.8	63.3	61.6	60.8	61.3	62.4	60.2	60.0	60.4	61.1	61.6	62.5	57.2	57.9	55.3	41.3	51.6	41.6	38.0	32.7
50.0	54.7	57.1	55.4	54.5	55.0	55.9	53.7	53.3	53.5	54.0	54.2	54.8	49.0	49.2	45.8	31.0	40.1	28.8	23.4	15.8
75.0	51.0	53.4	51.6	50.7	51.1	51.9	49.6	49.1	49.1	49.4	49.3	49.6	43.3	42.9	38.9	23.2	31.1	18.5	11.3	1.4
100.0	48.4	50.7	48.9	47.9	48.3	49.0	46.6	45.9	45.8	45.8	45.4	45.4	38.6	37.7	33.0	16.4	23.2	9.2	0.2	
150.0	44.6	46.9	45.0	43.9	44.1	44.6	41.9	41.0	40.5	40.1	39.2	38.4	30.7	28.8	22.7	4.3	8.7			
200.0	41.8	44.0	42.0	40.8	40.9	41.2	38.4	37.2	36.3	35.4	34.0	32.5	23.9	20.8	13.4					

Tabella 7-22: Livelli di emissione dozer

d (m)	Frequenza (Hz)																			
	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	63.0	80.0
10.0	56.8	52.9	53.5	52.4	50.9	45.8	38.3	49.8	62.7	59.2	53.4	36.9	33.1	48.0	47.8	43.1	42.2	39.8	37.7	35.6
25.0	48.8	44.8	45.4	44.3	42.7	37.6	30.0	41.4	54.3	50.6	44.6	31.9	27.8	42.4	41.8	36.5	35.0	31.8	29.1	25.6
50.0	42.6	38.6	39.1	38.0	36.4	31.2	23.4	34.7	47.4	43.4	37.2	24.2	19.6	33.6	32.4	26.2	23.5	19.0	14.5	8.6
75.0	39.0	34.9	35.4	34.2	32.5	27.2	19.4	30.5	43.0	38.8	32.3	19.0	13.9	27.4	25.4	18.4	14.6	8.6	2.4	
100.0	36.3	32.3	32.7	31.5	29.7	24.3	16.3	27.3	39.6	35.2	28.5	14.7	9.2	22.2	19.5	11.6	6.6			
150.0	32.5	28.4	28.7	27.4	25.5	19.9	11.7	22.4	34.4	29.5	22.2	7.8	1.3	13.2	9.2					
200.0	29.8	25.5	25.8	24.3	22.3	16.5	8.1	18.6	30.2	24.9	17.0	1.9	-5.5	5.2						

La Tabella 7-23 contiene, per ogni mezzo e considerando un congruo fattore di sicurezza, le distanze oltre le quali sono rispettati i limiti normativi.

Tabella 7-23 – Distanze limite di possibile non rispetto normativo

MACCHINARIO	DISTANZA
DOZER	20 m
RULLO	20 m

Stante le distanze del ricettore dal tracciato e quindi dalle aree interessate dai lavori (si vedano le tavole del censimento dei ricettori ai fini acustici) risulta che all'interno delle suddette aree non ricadano ricettori.

Pertanto, le vibrazioni non risultano potenzialmente impattanti nel caso oggetto del presente studio.

8 PAESAGGIO E ARCHEOLOGIA

L'obiettivo dello studio della componente in esame è quello di definire le azioni di disturbo esercitate dal progetto e le modifiche introdotte in rapporto alla qualità del Paesaggio.

A tale scopo, oltre alle caratteristiche del paesaggio in quanto tale, occorre considerare, in particolare, i Beni Culturali e del Paesaggio definiti dal D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42: "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e s.m.i.

Nello specifico, l'art. 142, comma 1, lettera c) del suddetto Decreto Legislativo definisce come oggetto di tutela e valorizzazione per il loro interesse paesaggistico: "i fiumi, torrenti, ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con r.d. 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna". A riguardo, si evidenzia che i corsi d'acqua presenti all'interno dell'ambito di realizzazione della nuova bretella (Fosso degli Ulivi, o fosso Cacchione) non risultano rientrare nei suddetti elenchi.

Il medesimo comma alla lettera a) sottopone a tutela "i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare"; in questo caso, l'intervento in progetto rientra in parte all'interno di tale fascia, come si può osservare nell'elaborato "PTCP – Elementi della matrice ambientale", con conseguente tutela delle aree limitrofe l'infrastruttura entro i limiti della fascia.

Dal punto di vista dei Beni culturali, nella "Carta della trasformabilità del territorio - Ambiti di progettazione e pianificazione paesistica esecutiva (04/1989)" del Piano Territoriale Paesistico - Ambientale Regionale, descritto nel Quadro di riferimento programmatico, è indicata come "A₂C" l'area dove in passato si sviluppava il percorso del Tratturo Magno l'Aquila-Foggia, classificata dal Piano come "Aree archeologiche di rilievo" (cfr. tavola "PTCP – Elementi della matrice ambientale"). A riguardo, in particolare, si evidenzia che l'interferenza della bretella con l'area sottoposta a vincolo è di entità modesta e comunque ricade nell'ambito di una porzione di tratturo degradata, a causa della presenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie e, pertanto, non più leggibile sul territorio.

Per quanto sopra esposto, occorre considerare che **il progetto definitivo dell'intervento in questione e oggetto del presente studio è già stato sottoposto a procedura di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., a seguito della quale la Società Autostrade per l'Italia S.p.A. ha ottenuto la relativa autorizzazione (allegata alla Relazione del Quadro di riferimento Programmatico) N. 05281 e N. 05957 della Regione Molise - Direzione Generale IV delle Politiche del Territorio, Risorse Naturali e Tutela Ambientale - Servizio Beni Ambientali, rispettivamente del 15.04.2008 (Prot. n. 463) e del 15.06.2009 (Prot. n. 3972), confermate dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Molise, come riportato nel verbale Conferenza di Servizi (Prot. 0010820-01/01/10/2009-USCITA - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per lo Sviluppo del Territorio, la Programmazione ed i Progetti Internazionali) avente ad oggetto l'art. 81 del D.P.R. 616/77 e successive modifiche e il D.P.R. 383/94 per il medesimo progetto definitivo oggetto del presente SIA. Lo stesso verbale comprende il parere favorevole della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Molise (Prot. 2959 del 03.07.2009).**

Per tale procedura era stato redatto uno studio paesaggistico ("Verifica di ammissibilità percettiva") che ha avuto proprio l'obiettivo posto nel presente studio di impatto ambientale e, di conseguenza, viene riportato in allegato al presente SIA.

Per tenere conto, inoltre, di quanto stabilito nell'autorizzazione paesaggistica sopra citata, il progetto in questione è stato integrato prevedendo opere a verde con specie vegetazionali autoctone appartenenti alla serie del Leccio, che hanno l'obiettivo di inserire la nuova bretella nel contesto paesaggistico interessato dall'intervento (cfr. tavole "Opere a verde" allegate al quadro di riferimento progettuale).

9 SINTESI DEI POTENZIALI IMPATTI

Si sintetizzano di seguito i principali potenziali impatti emersi dallo studio, esponendoli in modo schematico nei loro elementi essenziali, così da realizzarne una lettura d'insieme efficace capace di coglierne anche le eventuali interrelazioni.

Azione/i di progetto: traffico in esercizio e di cantiere, lavorazioni
Fattore/i causale/i di impatto: emissioni inquinanti in atmosfera
Componente/i ambientali: Atmosfera, Salute pubblica
Potenziale/i impatto/i: INQUINAMENTO ATMOSFERICO, RISCHIO PER LA SALUTE UMANA

Analisi del/i potenziale/i impatto/i: trascurabile, in quanto il progetto in esame non introduce alcun elemento di modifica della qualità dell'aria (che allo stato attuale risulta privo di criticità), infatti non determina alcuna variazione dei flussi di traffico, né sposta la localizzazione della sorgente: la bretella costituisce una variante molto limitata dell'attuale A14 e il suo utilizzo è saltuario. Inoltre, la realizzazione della bretella avviene sul lato ovest dell'autostrada, cioè nella parte di territorio che risulta privo di edifici che possono essere impattati

Misure di mitigazione: non necessarie, ma comunque previste per la corretta gestione delle emissioni in fase di cantiere.

Azione/i di progetto: traffico in esercizio e di cantiere, lavorazioni
Fattore/i causale/i di impatto: rumore
Componente/i ambientali: Rumore, Salute pubblica
Potenziale/i impatto/i: INQUINAMENTO ACUSTICO/DA VIBRAZIONI, RISCHIO PER LA SALUTE UMANA

Analisi del/i potenziale/i impatto/i: l'esercizio (tra l'altro saltuario) della nuova bretella non comporta un peggioramento del clima acustico per i ricettori dell'area, risultando quindi compatibile con il clima acustico attuale e, inoltre, con i limiti autostradali stabiliti dalla normativa. In fase di cantiere si prospettano temporanei e limitati disturbi a carico dell'unico ricettore presente nell'area potenzialmente affetto dai lavori (edificio n.1), che, comunque, si trova sul lato autostradale non oggetto di intervento. Risultano, invece, ininfluenti i potenziali disturbi sul Sito di Importanza Comunitaria, in quanto distanze e separato rispetto ai lavori dall'A14, dalla Ferrovia Adriatica e dalla S.S.16. Inoltre, nel tratto di interesse il sito è sostanzialmente caratterizzato dalle dune sabbiose e dalla relativa vegetazione, che non costituiscono ricettori acustici in senso lato. Il potenziale disturbo da vibrazioni è risultato ininfluente.

Misure di mitigazione: in esercizio non necessarie, in fase di cantiere eventuale richiesta di deroga presentata al comune dall'impresa aggiudicataria dei lavori, che dovrà comunque attuare le misure di mitigazione per il contenimento del rumore usualmente adottate nel caso di significativi interventi infrastrutturali.

Azione/i di progetto: realizzazione della bretella, regimazione idraulica
Fattore/i causale/i di impatto: impedimenti alla circolazione delle acque, emissioni inquinanti nelle acque, modifiche della morfologia attuale, occupazione di suolo
Componente/i ambientali: Ambiente idrico, Suolo e sottosuolo
Potenziale/i impatto/i: RISCHIO IDRAULICO, INQUINAMENTO DELLE ACQUE, RISCHIO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO (INSTABILITA' LOCALE E DEI VERSANTI, EROSIONE, ECC.), SOTTRAZIONE DI SUOLO

Analisi del/i potenziale/i impatto/i: il sistema di regimazione delle acque del progetto della nuova bretella, progettato ai sensi delle norme e dei riferimenti dell'Autorità di Bacino vigenti, ha lo scopo di rendere la bretella "trasparente" ai normali deflussi delle acque superficiali (ma anche sotterranee) creando una linea di intercettazione delle acque di versante che raccoglie e convoglia queste ultime oltre la bretella verso 3 recapiti esistenti, oltre che la sistemazione idraulica dei tratti di canalizzazione esistenti.

Dal punto di vista dell'alterazione della qualità del fosso Cacchione (unico interferito), non sono emersi effetti significativi, per l'assenza di variazione dei flussi di traffico e per la durata limitata della fase di cantiere.

La bretella e le opere che la costituiscono sono state progettate ai sensi delle norme vigenti in materia e le verifiche di stabilità, in particolare, sono state effettuate ai sensi del D.M. 14/01/2008 e s.m.i. valutando le condizioni locali e globali (del versante) in assenza e in presenza della bretella e quindi delle opere.

I potenziali impatti individuabili per la componente suolo consistono nell'occupazione di suolo con cambio di destinazione d'uso in fase di esercizio e nell'occupazione di suolo in fase di costruzione soggetta a ripristino ambientale a fine lavori, nel complesso limitata.

Misure di mitigazione: i criteri seguiti nella progettazione della bretella, maturati a seguito di confronti tecnici avuti tra il soggetto proponente, Enti e Commissione Tecnico Scientifica presieduta dai Professori V. Cotecchia e G. Melidoro su incarico del Dipartimento della Protezione Civile sono essi stessi misure di mitigazione dell'intervento stesso. Sono poi anche previsti interventi di ripristino ambientale delle aree interessate dai lavori e un monitoraggio geotecnico.

Azione/i di progetto: realizzazione della bretella, lavorazioni
Fattore/i causale/i di impatto: occupazione di habitat, taglio della vegetazione, emissioni inquinanti
Componente/i ambientali: Vegetazione e flora, Ecosistemi e fauna
Potenziale/i impatto/i: SOTTRAZIONE DI VEGETAZIONE, PERDITA DI HABITAT, RISCHIO PER LA FAUNA

Analisi del/i potenziale/i impatto/i: la sottrazione di vegetazione che occorre operare necessariamente per consentire la realizzazione della bretella in progetto si può considerare limitata, in quanto non interessa formazioni a bosco, così come definite dalla Legge Forestale Regionale del Molise n. 6/2000 e s.m.i. Nello specifico, gli alberi da abbattere e che si possono considerare di alto fusto sono 201, DEI QUALI 108 ricadono in zona soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142, lett. a), del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., in quanto in "territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare". In termini di emissioni inquinanti, fattore comunque indiretto, non avendosi variazioni dei flussi di traffico non si rilevano cambiamenti dello stato attuale delle componenti in esame non direttamente interferite. Non si rilevano perdite di habitat o di specie di interesse.

Misure di mitigazione: sono state previste in progetto opere a verde con specie vegetazionali autoctone appartenenti alla serie del Leccio, che hanno l'obiettivo di inserire la nuova bretella nel contesto paesaggistico interessato dall'intervento. Nello specifico, dal punto di vista delle alberature tali opere a verde in progetto prevedono l'impianto di 123 alberi di Leccio (*Quercus ilex*) e 109 Corbezzoli (*Arbutus unedo*).

Azione/i di progetto: realizzazione della bretella
Fattore/i causale/i di impatto: alterazione morfologica, taglio di vegetazione, introduzione di opere, occupazione di territorio
Componente/i ambientali: Paesaggio e Archeologia
Potenziale/i impatto/i: MODIFICHE DEL PAESAGGIO, DI BENI CULTURALI, PAESAGGISTICI E ARCHEOLOGICI

Analisi del/i potenziale/i impatto/i: il progetto definitivo dell'intervento in questione e oggetto del presente studio è già stato sottoposto a procedura di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., a seguito della quale la Società *Autostrade per l'Italia* S.p.A. ha ottenuto la relativa autorizzazione (allegata alla Relazione del Quadro di riferimento Programmatico del SIA) N. 05281 e N. 05957 della Regione Molise - Direzione Generale IV delle Politiche del Territorio, Risorse Naturali e Tutela Ambientale - Servizio Beni Ambientali, rispettivamente del 15.04.2008 (Prot. n. 463) e del 15.06.2009 (Prot. n. 3972), confermate dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Molise, come riportato nel verbale Conferenza di Servizi (Prot. 0010820-01/01/10/2009-USCITA - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per lo Sviluppo del Territorio, la Programmazione ed i Progetti Internazionali) avente ad oggetto l'art. 81 del D.P.R. 616/77 e successive modifiche e il D.P.R. 383/94 per il medesimo progetto definitivo oggetto del presente SIA. Lo stesso verbale comprende il parere favorevole della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Molise (Prot. 2959 del 03.07.2009)..

Misure di mitigazione: Per tenere conto, inoltre, di quanto stabilito nell'autorizzazione paesaggistica sopra citata, il progetto in questione è stato integrato prevedendo opere a verde con specie vegetazionali autoctone appartenenti alla serie del Leccio, che hanno l'obiettivo di inserire la nuova bretella nel contesto paesaggistico interessato dall'intervento.

Azione/i di progetto:	realizzazione della bretella, lavorazioni
Fattore/i causale/i di impatto:	occupazione di <i>habitat</i> e/o abbattimento di specie di interesse comunitario, emissioni inquinanti
Componente/i ambientali:	Sito di Importanza Comunitaria “Foce Trigno – Marina di Petacciato” (SIC IT7228221)
Potenziale/i impatto/i:	PERDITA DI HABITAT O DI SPECIE DI INTERESSE COMUNITARIO, EFFETTI DIRETTI O INDIRETTI SUL SIC NEL RISPETTO DELLA STRUTTURA E DELLA FUNZIONALITÀ DEL SITO E DEI SUOI OBIETTIVI DI CONSERVAZIONE

Analisi del/i potenziale/i impatto/i: essendo l'intervento esterno al SIC, non risultano perdite di habitat o di specie di interesse comunitario.

Il disturbo acustico sul sito, in particolare, è trascurabile, considerando che in esercizio è equivalente a quello prodotto dall'attuale autostrada A14. Nello specifico, dallo studio acustico della Componente Rumore del SIA è stato studiato un edificio, non interessato dall'intervento, ma considerato per la sua posizione come rappresentativo dei potenziali effetti di rumore sul SIC. I risultati delle simulazioni effettuate in esercizio hanno evidenziato valori massimi ad un'altezza corrispondente al secondo piano pari a 52,4 dB di giorno e a 48,5 dB di notte, quindi molto contenuti e che rispettano i limiti normativi applicabili.

Trovandosi il SIC lontano dall'intervento in progetto (che è quindi esterno allo stesso) e separato rispetto ai lavori di realizzazione della bretella dalla stessa A14, dalla Ferrovia Adriatica e dalla Strada Statale 16 (ben 3 infrastrutture), per la fase di cantiere si possono ritenere non influenti i possibili disturbi da rumore sul Sito di Importanza Comunitaria “Foce Trigno – Marina di Petacciato” (SIC IT7228221), che, infatti, risulta presente nell'area di studio sostanzialmente lungo la spiaggia di Marina di Petacciato. E', inoltre, possibile evidenziare che gli elementi caratterizzanti il sito nel tratto dell'area di studio interessata dalla bretella in progetto sono sostanzialmente rappresentati dalle dune sabbiose e dalla vegetazione caratteristica di questi ambienti e, quindi, da elementi non “ricettivi” dal punto di vista del rumore in senso lato. Di conseguenza, il potenziale impatto risulta reversibile e a breve termine e non risulta necessitare di misure di mitigazione.

Dal punto di vista della qualità ambientale del corso d'acqua attraversato (fosso Cacchione o fosso degli Ulivi), in particolare, l'analisi dello stato attuale svolta nel SIA (cfr. Componente Ambiente idrico) ha evidenziato livelli di qualità del fosso Cacchione non buoni, connessi non tanto dalla presenza delle infrastrutture, quanto probabilmente dal contesto agricolo da questo attraversato. Essendo la bretella in progetto utilizzata soltanto durante i periodi in cui saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria sull'autostrada A14 esistente, a causa del periodico riattivarsi del movimento franoso, non si hanno variazioni di traffico e quindi dell'attuale fattore di pressione da questo potenzialmente causato. Ciò implica che in fase di esercizio lo stato attuale di qualità, comunque non buono, del fosso Cacchione risulti inalterato. In fase di cantiere, le operazioni previste per il fosso Cacchione presentano una durata limitata e, di

conseguenza, il potenziale impatto risulterebbe reversibile, a breve termine e mitigabile mediante la corretta gestione ambientale delle fasi realizzative previste per la costruzione delle opere che interessano il fosso e quindi l'adempimento degli oneri di legge previsti dalla normativa vigente in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, come normalmente richiesto nel Capitolato Speciale di Appalto predisposto in fase di progettazione esecutiva.

Misure di mitigazione: adempimento degli oneri di legge previsti dalla normativa vigente in materia di tutela della qualità ambientale dei corsi d'acqua, come normalmente richiesto nel Capitolato Speciale di Appalto predisposto in fase di progettazione esecutiva.

I lavori che interessano il fosso Cacchione andranno affrontati con cautela, per evitare qualsiasi interferenza con la Tartaruga palustre (*Emys orbicularis*) e la Testuggine di Hermann, provvedendo ad accertare l'eventuale presenza di tracce di nidificazione o di passaggio prima ancora di attivare il cantiere e provvedendo, se necessario, alla messa in opera di barriere che evitino ai rettili di entrare nelle aree di lavoro. Prima e durante l'attività di cantiere, infine, è possibile prevedere che, nel caso in cui si rinvercano tali rettili, si provveda al loro spostamento fisico in luoghi sicuri.
