

Sommario

1	OGGETTO	4
2	FINALITÀ ED ITER PROGETTUALE	5
3	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	8
4	DESCRIZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO	9
4.1	SINTESI DELLA SITUAZIONE TETTONICO-STRUTTURALE	9
4.2	SINTESI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	9
4.3	SINTESI DELLE CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	10
4.4	SINTESI DELLE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	11
4.5	TIPOLOGIA DEL MOVIMENTO FRANOSO.....	11
4.5.1	Zona del coronamento.....	12
4.5.2	Parti laterali della frana	12
4.5.3	Zona al piede.....	12
4.6	SINTESI.....	12
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE	14
5.1	CAMPAGNA INDAGINI AUTOSTRADALE 2019 (TECHNOSOIL-ISMAGEO)	14
5.2	INDAGINI PREGRESSE.....	15
5.2.1	Campagna di indagine 1981 Ferrovie dello Stato (GEOTEST).....	15
5.2.2	Campagna di indagine Ferrovie dello Stato 1983 (GEOTEST).....	16
5.2.3	Campagna di indagine Autostrade 1991 (SIPES – ISMES – SGILAB)	18
5.2.4	Campagna di indagine Regione Molise 2000 - 2001 (Geotrivel – GEO s.p.A.).....	19
5.3	TABELLA RIASSUNTIVA DELLE INDAGINI RICADENTI IN PROSSIMITÀ DEL VIADOTTO CACCHIONE	23
6	INQUADRAMENTO SISMICO	24
7	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	25
7.1	MONITORAGGIO GEOTECNICO ATTUALMENTE ATTIVO NELL'AREA DEL VIADOTTO CACCHIONE	25
7.2	PROFILO STRATIGRAFICO.....	27
7.3	LIVELLI PIEZOMETRICI	27
7.4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	27
8	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE E DELLE INTERFERENZE	29
8.1	VIADOTTO CACCHIONE.....	29
8.2	FOSSO CACCHIONE.....	29
9	INFORMAZIONI DERIVANTI DAL MONITORAGGIO NELL'AREA DEL VIADOTTO CACCHIONE	34
10	DESCRIZIONE DELL'ADEGUAMENTO DELLA SEDE AUTOSTRADALE	45
11	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATIVO	47
11.1	GENERALITÀ	47
11.2	REQUISITI MINIMI SISTEMA DI MONITORAGGIO GNSS.....	49
11.3	COLONNA MULTIPARAMETRICA	51
12	OPERE A VERDE	52
13	ANALISI DI COERENZA DEL PROGETTO CON LA PIANIFICAZIONE	55

14	GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO E DEI RIFIUTI.....	58
14.1	CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE	58
14.1.1	Campagne di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito.....	58
14.1.2	Metodologia di indagine.....	59
14.1.3	Risultati dell'indagine ambientale.....	60
14.2	QUANTIFICAZIONE DEI MATERIALI SCAVATI	61
14.3	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO	62
14.4	BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO	62
14.5	DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA O AD IMPIANTI DI RECUPERO	64
15	ESPROPRI	66
16	INTERFERENZE CON IMPIANTI TECNOLOGICI.....	67
17	FASI ESECUTIVE ED INTERFERENZE CON IL TRAFFICO	69
18	PREZZI ED IMPORTO COMPLESSIVO DEI LAVORI	71

Indice delle Figure

FIGURA 1:	INCLINOMETRO FISSO (29.5M) A LETTURA AUTOMATICA IN POSIZIONE SONDAGGIO S8	25
FIGURA 2:	INCLINOMETRO FISSO (29.5M) E PIEZOMETRO (15.0M) A LETTURA AUTOMATICA IN POSIZIONE SONDAGGIO S8BIS	26
FIGURA 3:	INCLINOMETRI FISSI (4.27M – 30.46M – 43.30M – 50.59M) A LETTURA AUTOMATICA IN POSIZIONE SONDAGGIO S5	26
FIGURA 4:	INCLINOMETRI FISSI (4.27M – 30.46M) E PIEZOMETRO (25.0M) A LETTURA AUTOMATICA IN POSIZIONE SONDAGGIO S5BIS	26
FIGURA 5:	VIADOTTO CACCHIONE – PLANIMETRIA (DALLA CONTABILITÀ LAVORI) (DOC.REF.[7])	29
FIGURA 6:	VIADOTTO CACCHIONE – PROFILO LONGITUDINALE DI CARREGGIATA SUD (DALLA CONTABILITÀ LAVORI) (DOC.REF.[7])	30
FIGURA 7:	VIADOTTO CACCHIONE – PROFILO LONGITUDINALE DI CARREGGIATA NORD (DALLA CONTABILITÀ LAVORI) (DOC.REF.[7]).....	30
FIGURA 8:	VIADOTTO CACCHIONE – PARATIA DI PALI A PROTEZIONE DELLE SPALLE LATO BARI - INQUADRAMENTO (DOC.REF.[7] E [18]).....	31
FIGURA 9:	VIADOTTO CACCHIONE – PARATIA DI PALI A PROTEZIONE DELLE SPALLE LATO BARI - PLANIMETRIA (DOC.REF.[7] E [18]).....	31
FIGURA 10:	VIADOTTO CACCHIONE – PARATIA DI PALI A PROTEZIONE DELLE SPALLE LATO BARI - SEZIONE (DOC.REF.[7] E [18])	32
FIGURA 11:	FOSSO CACCHIONE E CADITOIA DEL TOMBINO IDRAULICO DI SOTTOPASSO DELLA FERROVIA (VISTA VERSO MARE)	32
FIGURA 12:	FOSSO CACCHIONE, CAVIDOTTO E TUBATURA ACQUEDOTTO PRESENTI A MONTE DEL VIADOTTO (VISTA VERSO MONTE)	33
FIGURA 13:	VIADOTTO CACCHIONE – SISTEMA DI MONITORAGGIO SATELLITARE GNSS.....	34
FIGURA 14:	VIADOTTO CACCHIONE – SISTEMA DI MONITORAGGIO SATELLITARE GNSS.....	34
FIGURA 15:	VIADOTTO CACCHIONE – SISTEMA DI MONITORAGGIO SATELLITARE GNSS.....	35
FIGURA 16:	VIADOTTO CACCHIONE - SCHEMA DEI TRASDUTTORI DI MOVIMENTO RELATIVO PILA/SPALLE-IMPALCATI	35
FIGURA 17:	VIADOTTO CACCHIONE – LETTURE MANUALI DEI TRASDUTTORI DI MOVIMENTO A SEGUITO DELL'EVENTO DEL 2009	36
FIGURA 18:	VIADOTTO CACCHIONE – LETTURE MANUALI ALL'INCLINOMETRO S8 NEL PERIODO 1991-2008	37
FIGURA 19:	VIADOTTO CACCHIONE – LETTURE MANUALI ALL'INCLINOMETRO S8 NEL PERIODO 1991-2008	38
FIGURA 20:	VIADOTTO CACCHIONE – LETTURE MANUALI ALL'INCLINOMETRO S8 NEL PERIODO 1991-2008	39
FIGURA 21:	VIADOTTO CACCHIONE – LETTURE MANUALI ALL'INCLINOMETRO S8 NEL PERIODO 1991-2008	40
FIGURA 22:	VIADOTTO CACCHIONE – RIATTIVAZIONE 2015: PLANIMETRIA GENERALE E MOVIMENTO DELLA FRANA	41
FIGURA 23:	VIADOTTO CACCHIONE – RIATTIVAZIONE 2015: LESIONI NELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE NEL TRATTO DI RILEVATO COMPRESO TRA IL VIADOTTO CACCHIONE ED IL VIADOTTO MARINELLA	41
FIGURA 24:	VIADOTTO CACCHIONE – RIATTIVAZIONE 2015: LESIONI NELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE NEL TRATTO DI RILEVATO/MEZZACOSTA COMPRESO TRA IL VIADOTTO CACCHIONE ED IL VIADOTTO MARINELLA (LESIONE "D6" IN CARREGGIATA SUD A 70M CIRCA DALLA SPALLA BARI DEL VIADOTTO)	42
FIGURA 25:	VIADOTTO CACCHIONE – RIATTIVAZIONE 2015: LESIONI NELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE NEL TRATTO DI RILEVATO/MEZZACOSTA COMPRESO TRA IL VIADOTTO CACCHIONE ED IL VIADOTTO MARINELLA (LESIONE "S5" IN CARREGGIATA NORD A 55M CIRCA DALLA SPALLA BARI DEL VIADOTTO)	43
FIGURA 26:	VIADOTTO CACCHIONE – RIATTIVAZIONE 2015: LESIONI NELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE NEL TRATTO DI RILEVATO/MEZZACOSTA COMPRESO TRA IL VIADOTTO CACCHIONE ED IL VIADOTTO MARINELLA (LESIONI "S1", "S2", "S3" ED "S4" IN CARREGGIATA NORD).....	44
FIGURA 27	– POSIZIONE INDICATIVA DELLE INSTALLAZIONI (RIQUADRATE IN CIANO LE NUOVE INSTALLAZIONI)	48

FIGURA 28 – ESTENSIONE CORPO DI FRANA (CERCHIATO IN BLU IL SITO DI INTERVENTO)	49
FIGURA 29 – ABACO DEGLI INTERVENTI	52
FIGURA 30 – OPERE A VERDE.....	53
FIGURA 31 – MACCHIA ARBUSTIVA ELOFILA.....	54
FIGURA 32 – STRALCIO DELLA “CARTA DELLA TRASFORMABILITÀ DEL TERRITORIO - AMBITI DI PROGETTAZIONE E PIANIFICAZIONE PAESISTICA ESECUTIVA (04/1989)	56
FIGURA 33 – FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE. ZOOM DELL’AREA DI INTERVENTO CON INDIVIDUAZIONE DEL PERIMETRO DEL SIC FOCE TRIGNO – MARINA DI PETACCIATO.	57
FIGURA 34 – UBICAZIONE CAMPIONAMENTI AMBIENTALI.	59
FIGURA 35 – PLANIMETRIA FORNITA DALLA DT7	67
FIGURA 36 – CABINE IN PROSSIMITÀ DELLA CARREGGIATA SUD	68

1 OGGETTO

Questo documento illustra il progetto definitivo relativo all'adeguamento della sede stradale dell'Autostrada A14 "Bologna-Bari-Taranto" tra le progressive km.462+446 e Km.462+521, in corrispondenza del Viadotto Cacchione, in località Petacciato. Il viadotto in oggetto, che sovrappassa l'omonimo Fosso Cacchione (noto anche come Fosso degli Ulivi), consta di due campate (Spalla Bologna-Pila centrale e Pila centrale-Spalla Bari) ed è costituito da due opere distinte per la Carreggiata Nord e quella Sud, ciascuna di lunghezza complessiva pari a 65 m ca. (valutata tra gli assi degli appoggi delle spalle).

Il progetto consiste, in sintesi, nella demolizione del viadotto esistente e nella sua sostituzione con un rilevato, il che richiede altresì la realizzazione di un tombino idraulico per oltrepassare il Fosso Cacchione.

L'adeguamento prospettato recepisce una specifica richiesta fatta dalla Commissione Tecnica VIA/VAS del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell'ambito della Procedura di VIA del "Progetto di realizzazione di una bretella autostradale in località Petacciato (CB) tra il Km.461+938 e il Km.463+576", lungo il tratto Vasto Sud-Termoli dell'Autostrada A14 Bologna-Bari-Taranto (cfr. nota CTVA-2015-0001838 del MATTM datata 28 Maggio 2015).

L'adeguamento in oggetto si propone di mitigare gli effetti indotti sulla viabilità autostradale dal periodico riattivarsi dei movimenti franosi che si estendono dall'abitato di Petacciato fino oltre la linea di costa; tali movimenti franosi interessano più marcatamente il tratto compreso tra il Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione) e il Fosso della Torre e coinvolgono anche il corpo autostradale, in particolar modo proprio in corrispondenza del viadotto Cacchione. Le successive riattivazioni dei movimenti franosi (le ultime risalenti agli anni 2015, 2009 e 1996) hanno infatti richiesto diversi interventi di manutenzione e di riparazione dell'impalcato del viadotto per problematiche principalmente connesse agli appoggi, ai giunti ed al quadro deformativo della pavimentazione stradale.

Nello specifico, la sostituzione totale del viadotto con un rilevato ha lo scopo di gestire gli effetti dei movimenti franosi in maniera più funzionale ed efficace rispetto alla condizione attuale che prevede il transito del traffico su un viadotto, in particolar modo riducendo la durata dei periodi di interruzione o compromissione del traffico veicolare in corrispondenza delle carreggiate autostradali. Il nuovo rilevato autostradale potrà infatti comunque soffrire fenomeni deformativi indotti dal riattivarsi dei movimenti franosi, così come già capita per il tratto autostradale a mezza costa / rilevato basso presente subito a Sud del Viadotto Cacchione, ma esso sarà più facilmente e rapidamente riparabile rispetto all'attuale viadotto.

In accordo con quanto sopra descritto, l'adeguamento in oggetto non ha alcuna pretesa di incrementare le condizioni di stabilità del versante su cui insiste il viadotto né, a maggior ragione, si configura come un intervento di stabilizzazione dei diversi movimenti franosi che caratterizzano l'area di Petacciato.

In ragione di ciò la fattibilità del progetto è indissolubilmente legata alla possibilità di poter garantire la sicurezza dell'infrastruttura stradale mediante un appropriato sistema di monitoraggio: in quest'ottica il sistema di monitoraggio descritto al capitolo 11 della presente relazione va inteso come parte integrante degli interventi in progetto, essendo stato concepito sulla base dei contenuti di uno specifico protocollo di gestione delle emergenze, attualmente in fase di adozione dalla Direzione di Tronco di Pescara (DT7).

2 FINALITÀ ED ITER PROGETTUALE

La proposta di adeguamento della sede autostradale in corrispondenza del Viadotto Cacchione scaturisce dalla volontà di voler dare seguito ad una precisa richiesta della Commissione Tecnica VIA/VAS del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell'ambito della Procedura di VIA del "Progetto di realizzazione di una bretella autostradale in località Petacciato (CB) tra il Km.461+938 e il Km.463+576", lungo il tratto Vasto Sud-Termoli dell'Autostrada A14 Bologna-Bari-Taranto (cfr. nota CTVA-2015-0001838 del MATTM datata 28 Maggio 2015).

Il viadotto Cacchione viene a collocarsi 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). Le ultime importanti riattivazioni dei movimenti gravitativi profondi sono state registrate nel 1979, nel Gennaio 1991, il 15 Marzo 1996, il 20 Febbraio 2009 ed il 18 Marzo 2015. Alcuni documenti segnalano riattivazioni precedenti negli anni 1880, 1883, 1906, 1916, 1932 e 1955, mentre altri documenti anche negli anni 1938, 1953, 1954, 1956, 1960 e 1966.

In relazione alle notevoli profondità delle superfici di scorrimento, opere di stabilizzazione convenzionali (strutturali o drenanti) risultano non del tutto efficaci; basti pensare che gli interventi progettati ed eseguiti dalle Ferrovie dello Stato e dalla società Autostrade // per l'Italia 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, la società Autostrade // per l'Italia si era proposta di realizzare una **bretella autostradale (bypass di emergenza)** in affiancamento (lato monte) all'autostrada esistente, nel tratto che iniziava immediatamente prima della spalla Nord del viadotto Cacchione e terminava 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 era 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), fossero meno sensibili dei viadotti dell'autostrada esistente agli effetti prodotti dalle deformazioni totali e differenziali, risultassero comunque più rapidamente ripristinabili e comportassero meno rischi rispetto all'esercizio dei viadotti (in particolare il viadotto Cacchione).

Una prima versione del progetto della bretella fu redatta nell'**Aprile 1996**; tale progetto prevedeva un'unica carreggiata, con una corsia per ogni senso di marcia; nella zona del viadotto Marinella, oltre alla carreggiata normale, erano previste anche due ampie zone di sosta, di larghezza comparabile con quella della carreggiata stessa. All'epoca del progetto 1996 l'area non era classificata sismica.

Con nota n.273/0499/00 del 20 Settembre 1996 (inviata al Dipartimento della Protezione Civile, al Ministero dei LL.PP. alla Regione Molise e al Comune di Petacciato), reiterata con nota n. 354/0949/00 del **13 Ottobre 1997**, la Società Autostrade // per l'Italia chiedeva al Dipartimento della Protezione Civile (Ministero degli Interni) il nulla osta per la realizzazione della bretella nel tratto in oggetto sulla base del progetto dell'Aprile 1996.

Il progetto dell'Aprile 1996 ebbe il parere favorevole della Regione Molise (cfr. nota n. 22183 del 2 Ottobre 1996) e fu istruito dalla Commissione Tecnico Scientifica presieduta dai Proff.V.Cotecchia e G.Melidoro su incarico del Dipartimento della Protezione Civile. In sintesi, in data **11 Gennaio 2000**, anche tale commissione espresse un parere favorevole con qualche prescrizione/suggerimento, rilevando, tra le altre cose, anche quanto segue:

1. "Le caratteristiche geologico-ambientali della zona non consentono soluzioni alternative di tracciato...La soluzione prescelta è quella di convivere con il movimento franoso, intervenendo sulla sovrastruttura stradale ogni qualvolta si renda necessario a causa della rimobilizzazione della frana".
2. Per quanto riguarda l'opera di presidio al piede del rilevato in corrispondenza del viadotto Cacchione è opportuno che, oltre che assorbire il sovraccarico del rilevato, assuma anche la funzione di sostegno laterale dei corpi franosi più superficiali (prescrizione). È altresì opportuno valutare la possibilità di introdurre una serie di dreni suborizzontali, prevedendo lo scarico delle acque così drenate (suggerimento).

3. È necessario che la Società Autostrade // per l'Italia collabori alle indagini geognostiche e geotecniche programmate con riferimento al complesso e ampio movimento franoso in oggetto, continuando a fornire i dati di misure e controlli con la strumentazione già installata, facendosi carico delle altre operazioni concordate.

A seguito del parere della Commissione Tecnico Scientifica è stato redatto il Progetto **Ottobre 2001**; tale progetto recepiva integralmente le prescrizioni della Commissione. Non venne in quella sede recepito il suggerimento in merito alla realizzazione di dreni suborizzontali in corrispondenza dell'opera di presidio al piede del rilevato in prossimità del viadotto Cacchione; gli effetti prodotti da tale intervento furono infatti valutati poco significativi in relazione alla modesta differenza di quota tra testa dell'opera di presidio e la quota tubazione di sbocco nel fosso Cacchione.

In merito a quanto indicato al punto 3 la Società Autostrade // per l'Italia contribuì attivamente all'esecuzione di parte dell'indagine geognostica e geotecnica del 2000-2001, effettuata sotto la guida del Comitato Tecnico Scientifico.

Anche all'epoca della redazione del progetto 2001 l'area non era classificata sismica.

Il successivo Progetto **Marzo 2009** fu sviluppato tenendo conto delle seguenti ulteriori necessità:

- Rivisitare il Progetto dell'Ottobre 2001 alla luce:
 - dei risultati della campagna di indagine integrativa 2000-2001 effettuata sotto la guida del Comitato Tecnico Scientifico;
 - dei risultati degli studi effettuati dal Comitato Tecnico Scientifico in merito al fenomeno franoso in oggetto, sulla base dei risultati dell'indagine integrativa 2000-2001;
 - dei risultati aggiornati del monitoraggio piezometrico ed inclinometrico.
- Recepire quanto previsto dalla nuova classificazione sismica del territorio italiano e assicurare che le opere progettate ed eseguite fossero caratterizzate da un'adeguata protezione antisismica.
- Prevedere, ferme restando le dimensioni trasversali della strada previste nel progetto 1996 e nell'aggiornamento del 2001, due carreggiate con doppia corsia per ogni senso di marcia.
- Recepire quanto previsto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008.

Il progetto fu trasmesso da ASPI a tutte le amministrazioni ed enti interessate dall'intervento, per il rilascio dei nulla osta di competenza. Nel **Luglio 2009** si tenne un'apposita Conferenza dei Servizi la quale, però, non poté essere chiusa, nonostante i pareri favorevoli (seppur con prescrizioni) espressi dal Comune di Petacciato e da ANAS a causa della mancanza dei pareri della Regione Molise, del Consorzio di Bonifica Destra Trigno e Basso Biferno, dell'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore e del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Molise.

A seguito all'acquisizione di tali pareri ed in particolare di quello della Regione Molise (nello specifico dell'Assessorato all'Ambiente) emerse la necessità di sottoporre il progetto alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale.

Iniziò così un lungo iter procedurale che, nel **Luglio 2014**, portò alla presentazione dell'istanza di avvio del procedimento VIA per il progetto.

Nell'**Agosto 2014** la Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali del M.A.T.T.M. ("Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare") diede avvio all'istruttoria tecnica presso la Commissione Tecnica VIA/VAS.

Nel **Maggio 2015** la stessa commissione chiese ad Autostrade // per l'Italia di sviluppare "alternative progettuali, rispetto a quanto proposto".

Allo stesso tempo la Commissione evidenziava la necessità che il progetto, ricadendo all'interno di un fenomeno franoso di rilevante interesse nazionale, venisse integrato con un piano di salvaguardia ambientale di "area vasta", la cui realizzazione non fosse esclusivamente a carico di Autostrade // per l'Italia. In quest'ottica venivano quindi richieste integrazioni progettuali che comprendessero anche "opere di drenaggio superficiale e profondo a monte della nuova bretella autostradale, opere di ripristino/adeguamento delle scogliere esistenti e opere di rimboschimento".

A seguito delle richieste della Commissione, Autostrade // per l'Italia, nell'**Aprile 2016**, decise di ritirare l'istanza di VIA e di richiedere l'archiviazione del procedimento, accantonando di fatto il progetto della bretella a favore di una soluzione in sede, oggetto del presente progetto.

3 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018: “Aggiornamento delle << Norme Tecniche per le Costruzioni >>”, Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale” n.42 del 20 Febbraio 2018.
- [2] Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino Nazionale dei Fiumi Liri Garigliano e Volturno, “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico del fiume Biferno e Minori - ex Autorità di Bacino interregionale dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore - Norme di attuazione, Assetto idraulico - Assetto di versante”, Aprile 2017.

3.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [3] Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale – VIA e VAS, [ID_VIP:2806] – Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. relativa al progetto “Autostrada A14 Bologna-Bari-Taranto, tratto Vasto Sud-Termoli, Realizzazione di una bretella autostradale in località Petacciato (CB) tra il km.461+38 e il km.463+576” – Proponente Autostrade per l’Italia S.p.A, Richiesta di integrazioni – U.prot DVA-2015-0001838 del 28/05/2015.
- [4] Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali, [ID_VIP:2806] – Procedura di V.I.A. (D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) – Progetto Autostrada A14 Bologna-Bari-Taranto, tratto Vasto Sud-Termoli, Realizzazione di una bretella autostradale in località Petacciato (CB) tra il km.461+38 e il km.463+576 – Proponente Soc. Autostrade per l’Italia S.p.A, Richiesta di integrazioni – U.prot DVA-2015-0014780 del 04/06/2015.
- [5] Autostrade per l’Italia S.p.A, Direzione 7° Tronco - Autostrada A/14 Bologna-BARI-Taranto, Ispezione straordinaria su incarico della Committente effettuata in data 20-21/02/2009, Opera n.1407213500 Viadotto Cacchione a Progr.Km.462+476.
- [6] SPEA Ingegneria Europea, Verbale di ispezione straordinaria (SVE07-TEC\510007\REL\2015\IT05\005), Viadotti Cacchione e Marinella (14.07.213572136), 27/03/2015.
- [7] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Progr. Km. 17+287,00, OP 26, Viadotto Cacchione, Palificata di fondazione, Disegno n.29 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.4 – 11/29.
- [8] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Progr. Km. 17+287,00, OP 26, Viadotto Cacchione, Plinti Elevazione pile Capitelli, Disegno n.30 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.4 – 11/30.
- [9] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Progr. Km. 17+287,00, OP 26, Viadotto Cacchione, Spalla lato Vasto, Disegno n.31 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.4 – 11/31.
- [10] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Progr. Km. 17+287,00, OP 26, Viadotto Cacchione, Spalla lato Canosa Via Destra, Disegno n.32 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.4 – 11/32.
- [11] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Progr. Km. 17+287,00, OP 26, Viadotto Cacchione, Spalla lato Canosa Via Sinistra, Disegno n.33 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.4 – 11/33.
- [12] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Progr. Km. 17+287,00, OP 26, Viadotto Cacchione, Sistemazione chiusura spalla lato Canosa, Disegno n.34 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.4 – 11/34.
- [13] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Opera n.26, Progr. Km. 17+287,00, Viadotto sul Fosso Cacchione, Calcoli statici pile e spalle, lotto n.16, 28.01.1971.

- [14] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Opera n.26, Progr. Km. 17+287,00, Viadotto sul Fosso Cacchione, Via Destra Spalla lato Canosa, lotto n.16.
- [15] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Opera n.26, Progr. Km. 17+287,00, Viadotto sul Fosso Cacchione, Relazione sulle fondazioni, lotto n.16, 28.01.1971.
- [16] Autostrade, Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. – Bologna-Canosa, Progetto Esecutivo, Tronco Vasto-Foggia, Lotto n.16, Diaframma drenante in destra fra le sezioni 219 e 244, Disegno n.114 - Contabilità finale, Allegato al libretto delle misure n.13.
- [17] Società Autostrade – Roma - Autostrada Bologna - Canosa, tronco Vasto - Foggia: Contabilità dei Lavori per la Protezione della spalla lato Bari del viadotto “Cacchione” alla progressiva km 462+476, 2° SAL al 31-07-1981, tav. n. 1 allega al libretto delle misure m. 1/p.
- [18] Società Autostrade – Roma - Autostrada Bologna - Canosa, tronco Vasto - Foggia: Contabilità dei lavori per la Protezione della spalla lato Bari del viadotto “Cacchione” alla progressiva km 462+476, 4° SAL al 30-11-1981, tav. n. 1 allega al libretto delle misure m. 1/p.

3.3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [19] Carrara et al. (1983) “A multivariate model for landslide hazard evaluation” *Mathematical Geology*, v.15, 403-426.
- [20] Casnedi R., Crescenti U., D’Amato C., Mostardini F., Rossi U. (1981) “Il Plio-Pleistocene del sottosuolo molisano” *Geologica Romana*, XX, 1-41.
- [21] 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.
- [22] 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:
- i. All.00 – Relazione Generale
 - ii. All.02/a – Carta Geologica e Geomorfologica
 - iii. All.02/b – Andamento Livelli Piezometrici nel versante in Frana
 - iv. All.02/f – Deformate Inclino metriche
 - v. All.04 – Stratigrafie dei Sondaggi Geognostici (Regione Molise)
 - vi. All.07 – Rilievi Inclino metrici e Piezometrici
 - vii. All.11 – Relazione Geotecnica
 - viii. All.12 – Relazione sulle Verifiche di Stabilità.
- [23] 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.*

4 DESCRIZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO

Sulla base delle attività svolte e di tutti i dati raccolti (ricerca bibliografica, sopralluoghi, indagini geognostiche e monitoraggio) è stato possibile ricostruire il quadro geologico e geomorfologico dell'area di studio ed in particolare è stata redatta una planimetria geologica (scala 1: 5.000) corredata di due sezioni geologiche (scala 5.000/5.000).

4.1 SINTESI DELLA SITUAZIONE TETTONICO-STRUTTURALE

Dal punto di vista tettonico l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di un "alto strutturale", quello su cui sorge Petacciato. Tale ambito è attraversato da faglie dirette N-S, cioè con direzione circa coincidente con quella degli impluvi e dell'asse della frana. L'assetto strutturale ha contribuito alla definizione delle condizioni di stabilità che caratterizzano l'area di studio.

Il legame tra struttura tettonica e fenomeni geomorfologici non rappresenta un caso isolato, poiché è osservabile lungo tutta la costa adriatica nel tratto fra Pesaro e Termoli.

Un secondo elemento che influenza la stabilità dei versanti è rappresentato dalla giacitura monoclinale delle unità litostratigrafiche, che immergono di norma verso ENE, con obliquità rispetto alla linea di costa; l'inclinazione, debole e costante, influenza la direttrice del movimento franoso.

4.2 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Per quanto riguarda la descrizione stratigrafica delle Unità affioranti nell'area di studio si è fatto riferimento alle Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio di n. 372 - Vasto. Nell'elaborato cartografico le Unità sono state rappresentate come sub-affioranti (ovvero ricoperte da modesti spessori di suolo, detrito o depositi eluvio colluviali); la parte alterata di substrato è stata mantenuta indistinta. La distribuzione areale dei depositi superficiali e degli accumuli di frana è riportata nell'ambito della cartografia geologica, mentre i depositi eluvio - colluviali, pur essendo molto diffusi, normalmente risultano di spessore esiguo e pertanto si è ritenuto opportuno cartografarli solo alla base dei versanti dove tendono ad accumularsi e ad avere spessore pluri-metrico.

La ricostruzione stratigrafica dei terreni nel tratto in progetto si basa principalmente sulle risultanze delle indagini geognostiche. Nella fase di interpretazione stratigrafica sono stati attribuiti vari gradi di attendibilità ai dati esaminati; in particolare sono stati considerati più attendibili i sondaggi per i quali è stato possibile effettuare osservazione diretta delle cassette catalogatrici (campagna indagini 2019) rispetto ai sondaggi di cui sono state reperite stratigrafie (indagini pregresse).

I sondaggi sono stati rappresentati nelle sezioni geologiche proiettandoli perpendicolarmente alla traccia delle sezioni; viceversa nel solo caso dei sondaggi SC1 ed SC9, vista la distanza dalle sezioni, la proiezione è stata effettuata lungo isoipsa; ciò al fine di ottenere informazioni più attendibili circa la reale geometria dei dissesti.

Nell'area in esame sono presenti due litotipi diversi; in particolare, si tratta di un termine argilloso alla base (Formazione di Mutignano, Associazione pelitico - sabbiosa FMTa) e di un termine sabbioso - arenaceo / sabbioso conglomeratico a tetto (Formazione di Mutignano, associazione sabbioso - conglomeratica FMTd e Argille e Conglomerati di Ripa Teatina RPT), in contatto stratigrafico non conforme.

La ricostruzione della stratigrafia si basa sulle risultanze delle indagini geognostiche, in particolare, con riferimento alla sezione geologica n. 1, in tutti i sondaggi realizzati a carotaggio continuo si individua un livello più superficiale costituito da limo - argilloso, limo - sabbioso di colore nocciola-avana con nuclei, spalmature e livelli centimetrici sabbiosi. Spostandosi verso il basso si nota il prevalere di limo argilloso grigio consistente con spalmature e livelli centimetrici sabbiosi dello stesso colore (Formazione di Mutignano - associazione pelitico - sabbiosa FMTa). Lo spessore della porzione alterata in sondaggio varia da 6 a 9 metri (cfr. sondaggi SC11, AI7. S1, C, B. I1, A).

Nella porzione più elevata del versante, a tetto dell'associazione pelitico - sabbiosa è stata inoltre intercettata in sondaggio (cfr. sezione 2), l'associazione sabbioso - conglomeratica e marginalmente le argille e conglomerati di Ripa Teatina costituite da sabbie - limose / sabbie di colore avana giallastro con inclusi ghiaiosi

ed arenacei. Lo spessore generalmente varia dai 13 a 20 metri (cfr. sondaggi SC9 A19), ai 30 m del sondaggio SCP2.

Collocare con precisione il limite fra le due unità non è semplice a causa della forte modellazione antropica del versante; il "crostone" arenaceo è suddiviso in vari blocchi di spessore variabile che diminuisce verso valle. Peraltro, in prossimità del tracciato autostradale, sembra che si tratti di materiale alloctono, franato dalle zone topograficamente più in alto. In località Morgetta il crostone assume la "facies" di un conglomerato fortemente cementato, a comportamento rigido, probabilmente con una forma lenticolare e spessore di pochi metri.

Nell'elaborato GEO0002 "Planimetria e sezioni geologiche" sono riportate due sezioni geologiche e la carta geologica dell'intero versante.

4.3 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Dal punto di vista geomorfologico, il viadotto Cacchione si colloca 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 che creano ripercussioni all'abitato, alla rete viaria locale e alle infrastrutture di trasporto situate nella parte bassa del versante (autostrada A14, ferrovia e strada statale). Le ultime riattivazioni dei movimenti franosi (2015, 2009 e 1996) hanno infatti richiesto diversi interventi di manutenzione e di riparazione dell'impalcato del viadotto per problematiche principalmente connesse agli appoggi, ai giunti ed al quadro deformativo della pavimentazione stradale.

La frana di Petacciato è formata dalla coalescenza di numerosi fenomeni più o meno profondi, soggetti ciclicamente a movimenti ed interagenti fra loro secondo una complessa dinamica spazio-temporale. L'area franosa ha un'estensione totale superiore a 10 km².

Schematicamente si può considerare il versante in esame come soggetto a movimenti parziali la cui entità è legata a periodi di ritorno variabili; la zona più critica sembrerebbe essere quella compresa tra il fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione) ed il Fosso dei Lupi; in questo settore la presenza di fenomeni morfologici in stasi apparente è spesso presupposto di nuovi movimenti.

Le tipologie di frana più frequenti sono lo scivolamento ed il colamento, mentre le frane di crollo sono limitate alla porzione di versante in prossimità dell'abitato di Petacciato, laddove affiorano le litologie sabbioso - arenacee. Come accennato in precedenza, la dicitura "frana attiva" viene utilizzata per indicare non solo i dissesti con evoluzione stagionale ma anche le aree che, analizzate su più anni, mostrano una evidente persistenza di forme e segnali di attività. Si nota come talora le lavorazioni agricole obliterino i segnali di attività, soprattutto per i dissesti superficiali. La dicitura "frana quiescente" viene invece utilizzata per le frane che non mostrano segnali di attività, ma per le quali sussistono probabilità di riattivazione perché le cause che le hanno mobilitate non sono venute meno. Infatti, considerando una scala temporale più ampia, o qualora si verificassero fenomeni meteorici particolarmente intensi, terremoti o interventi antropici non correttamente concepiti, le frane quiescenti presenterebbero una chiara propensione alla riattivazione.

I terreni argillosi, le loro coltri di alterazione ed i depositi sciolti con presenza di matrice argillosa (frane e detriti) sono frequentemente interessati da difficoltà di drenaggio e, soprattutto sui versanti con blanda pendenza o nelle zone con contropendenze, sono spesso sede di ristagni: queste caratteristiche favoriscono l'innescio e l'accelerazione di movimenti franosi sia di coltre che più profondi. Si segnala a tal proposito la presenza di ristagni di acqua osservati lungo la stradina sia a monte che a valle del viadotto Cacchione formati improvvisamente anche in concomitanza di periodi di siccità. Anche i fossi in erosione possono concorrere in questo senso, mentre i cigli acclivi dei torrenti (forre) e le scarpate attive possono essere rapidamente coinvolti in fenomeni franosi.

Nella planimetria geologica, è stato cartografato un corpo di frana così come rappresentato dal progetto di cartografia geologica alla scala 1:50.000 F. 372 Vasto, sono state inoltre riportate le perimetrazioni delle principali riattivazioni storiche documentate (limite area in frana storica, limite riattivazione 1991, 1996, 2009 e 2015 quest'ultima da PRG Petacciato).

Nelle sezioni geologiche l'estensione della frana attiva è stata fatta corrispondere con l'areale più ampio tra quelli coinvolti nella riattivazione, per quanto riguarda la definizione degli spessori si è invece tenuto conto delle risultanze delle indagini geonostiche in sito e dei dati di monitoraggio inclinometrico.

Nelle sezioni geologiche, oltre alla porzione di frana attiva è stato riportato un corpo di frana quiescente. Ciò in conformità con gli studi pregressi (studio dei proff. V. Cotecchia e G. Melidoro 2002) e con i dati di monitoraggio. In particolare:

La sezione n. 1 (L = 935 m), collocata ad ovest del fosso Cacchione, evidenzia un corpo di frana con spessori massimi dell'ordine dei 40 metri. I dati di monitoraggio consentono di ricostruire un corpo principale attivo con spessori massimi nell'ordine dei 25 metri (porzione centrale del dissesto) e di circa 20 metri in prossimità del tracciato autostradale. Questa superficie è compatibile con le indicazioni del monitoraggio inclinometrico AI7 ed S1. Il dissesto si chiude a monte in corrispondenza della limite della riattivazione del 2015 ed a valle in prossimità della strada statale "Adriatica". La porzione quiescente del dissesto, in prossimità del tracciato autostradale, ha spessori dell'ordine dei 40 metri ed è compatibile con le indicazioni del monitoraggio inclinometrico AI7 ed S1.

La sezione n. 2 (L= 2110 m), collocata ad est del fosso Cacchione, evidenzia la presenza di una grande frana formata dalla coalescenza di più corpi, si chiude a monte in corrispondenza del limite della riattivazione del 2015 (abitato di Petacciato) e verso valle in prossimità della strada statale "Adriatica". Lo spessore massimo della porzione attiva, compatibile con i dati di monitoraggio inclinometrico AI9, AI5, S2, S4 ed S8, è dell'ordine degli 80 metri (porzione centrale della sezione). In prossimità del tracciato autostradale sono state rappresentate due superfici di scorrimento attive, una più superficiale a circa 20-22 metri di profondità e la seconda a circa 40 metri. Il corpo di frana attivo più superficiale, si chiude a valle in prossimità della ferrovia. La porzione quiescente del corpo di frana ha spessori massimi dell'ordine dei 100 metri nella porzione centrale della sezione e di circa 55 metri in prossimità del tracciato autostradale. La frana si chiude a valle in prossimità della linea di costa.

Sulla base di quanto descritto ed evidenziato in precedenza, si deduce che i movimenti franosi possono essere riconducibili ad un modello di frana composta nel quale prevalgono movimenti di scorrimento o scivolamento con superfici di rottura profonde e con vergenza verso N/NE.

Si sottolinea che la velocità dei fenomeni deformativi ha subito repentini incrementi in occasione di piogge persistenti e nevicate; inoltre esistono altri fattori destabilizzanti come ad esempio i sovraccarichi ed i sismi.

4.4 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Come conseguenza dell'assetto litostratigrafico precedentemente descritto, il quadro idrogeologico è riconducibile ad un acquifero superficiale di limitato spessore e sviluppo irregolare che scorre al tetto della formazione argillosa, all'interno delle facies, con una quantità d'acqua discretamente abbondante. Prova di questo è l'esistenza, in tutta l'area di affioramento delle litofacies sabbioso-arenacee, di pozzi a uso agricolo; questi pozzi raggiungono la base della formazione, fornendo così un'indicazione diretta del suo spessore. Inoltre, in profondità si rinviene un acquifero in pressione che satura i livelli più sabbiosi o le fasce di argilla disturbate.

In accordo allo studio effettuato dai Proff. V. Cotecchia e G. Melidoro (2002) 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).

Si segnala inoltre la presenza di GAS sotto forma di anidride carbonica (CO₂) e metano (CH₄), la fuoriuscita di gas è stata osservata durante l'esecuzione delle indagini ed è stata verificata in laboratorio mediante l'esecuzione di analisi gascromatografiche che ne hanno definito la composizione chimica.

4.5 TIPOLOGIA DEL MOVIMENTO FRANOSO

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

In relazione all'estensione del fenomeno ed alla molteplicità delle cause concomitanti che lo hanno influenzato, è possibile che si tratti di una frana di tipo complesso ("compound slide"), con una successione di movimenti spazio-temporali differenti.

4.5.1 Zona del coronamento

La zona di coronamento coincide con il ciglio della falesia su cui sorge Petacciato. In quest'area si riconoscono elementi tipici (terrazzi morfologici, fratture) di 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 della frana, si riscontra la presenza di crolli di roccia ("rock fall"), ai quali sono direttamente correlabili i dissesti dell'abitato. Si riscontra altresì la presenza di prismi di roccia isolati da fratture di tensione ("crown cracks") che potrebbero evolvere in frane di crollo.

Si riscontrano anche fenomeni di espansione laterale ("rock lateral spread") dovuti alla presenza delle argille basali che, deformandosi, causano il frazionamento del crostone arenaceo soprastante, che è contraddistinto da maggiore rigidità.

4.5.2 Parti laterali della frana

I diversi eventi franosi evidenziano chiaramente il margine settentrionale della frana, che delimita lo scorrimento rotazionale o traslativo con superficie profonda ("rotational o translational slide"). Si tratta delle fratture già citate, 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.

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). 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 dei primi metri del terreno ("flows in soil"). Questi movimenti, guidati dalla morfologia, talvolta hanno una vergenza riconoscibile e sono responsabili di alcuni spostamenti corticali che hanno danneggiato manufatti. Si può altresì evidenziare, sulla base di elementi quali le lesioni / fessure delle abitazioni e torsione dei tronchi degli ulivi, la presenza di movimenti superficiali di colamento molto lenti ("soil creep").

4.5.3 Zona al 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.

Gli affioramenti argillosi sulla battigia (osservati ad esempio nelle riattivazioni del 1991 e del 2009) possono essere considerati come l'estrema propaggine della frana, a circa 2 km di distanza dal coronamento, tutto ciò a meno di eventuali zone interessate da modeste deformazioni collocate sul fondo marino che, a causa delle loro caratteristiche intrinseche, sfuggono all'osservazione.

4.6 SINTESI

Sulla base di quanto descritto in precedenza, si deduce che i movimenti franosi sono riconducibili ad un modello di frana composta nel quale prevalgono movimenti di scorrimento o scivolamento rotazionali / traslazionali con superfici di rottura poste a diversa profondità e con vergenza generale verso NE.

La zona più critica tra quelle di interesse per le opere in progetto, ovvero quella soggetta a più frequenti riattivazioni, afferisce al 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 e le aree ad ovest del Fosso degli Ulivi (o Fosso Cacchione).

Dal punto di vista progettuale è utile distinguere i fenomeni franosi relativamente superficiali (spessori non superiori a 12-15 m) dai fenomeni franosi profondi per i quali gli interventi di stabilizzazione tradizionali non sembrano essere risolutivi (si vedano ad esempio quelli realizzati a seguito dell'evento del 1979). Per i fenomeni franosi profondi la scelta più opportuna dal punto di vista del geologo sembra essere quella suggerita anche nello studio Melidoro & Mazzabotta, 1996, ovvero:

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

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Durante la primavera 2019 è stata realizzata una specifica campagna di indagini geognostiche (sito e laboratorio), che hanno rappresentato il complemento delle indagini geognostiche pregresse, realizzate in vari periodi per diversi scopi.

L'ubicazione plano altimetrica delle indagini è stata riportata negli elaborati cartografici geologici in scala 1:5000; la simbologia è stata differenziata in funzione della tipologia di indagine ed di strumentazione installata. I dati geognostici sono allegati al progetto (elaborati GEO0008-GEO0009).

Le indagini geognostiche pregresse, recepite da Spea, sono state fornite dalla committente mentre le indagini geognostiche della campagna 2019 sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (AMB) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

5.1 CAMPAGNA INDAGINI AUTOSTRADE 2019 (TECHNOSOIL-ISMGEO)

La campagna eseguita da Technosoil nei mesi di febbraio e marzo 2019 è stata così articolata (vedi anche Tabella 5-1):

- n. 4 sondaggi geognostici verticali eseguiti a carotaggio continuo, spinti a profondità variabili (fino a 110 m da p.c.). Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove tipo SPT e prove di permeabilità di tipo Lefranc. Sono stati inoltre prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati da sottoporre a successive prove di laboratorio. I sondaggi sono stati attrezzati con tubi inclinometrici e con tubi in pvc per l'esecuzione di sismica in foro di tipo Cross-Hole.
- n. 5 sondaggi geognostici eseguiti a distruzione di nucleo, spinti a profondità variabili (fino 42 m da p.c.). I sondaggi sono stati attrezzati con tubo inclinometrico, tubo in pvc per la realizzazione di sismica in foro di tipo Cross-Hole e n. 4 celle piezometriche elettriche.
- n. 1 prova con dilatometro piatto Marchetti (DMT), interrotta a 15,60 m da p.c per rifiuto alla penetrazione.
- n. 1 indagine sismica ti tipo Cross-Hole.
- Rilievo topografico su tutto i punti di indagine.
- Prelievo di n. 4 campioni di acqua sottoposti ad analisi gascromatografica.

I campioni prelevati dalle verticali di indagine sono stati utilizzati per eseguire prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati oltre che analisi di tipo chimico. In particolare le prove eseguite consistono in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche (plasticità e granulometria, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico dei granuli);
- determinazione delle caratteristiche meccaniche legate ai parametri di resistenza (prove di taglio diretto, taglio anulare, prove CIU, ecc.) e prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche).
- analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno prelevati dai sondaggi a finalità ambientale.

Tabella 5-1. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Autostrade per l'Italia 2019 (TECHNOSOIL)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	SPT + C.R.	C.A.	Prove di permeabilità	Strumentazione
I1	11,115 ⁽³⁾	C.C.	60,0	9 ⁽¹⁾	10 - 10	3	2	Inclinometro (60,7 m)
I1bis	18,968 ⁽³⁾	D.N.	60,0	-	-	-	-	Inclinometro (57,7 m)
I2	18,344 ⁽³⁾	C.C.	60,0	12 ⁽¹⁾	10 - 12	3	1	Inclinometro (59,5 m)
I3	76,352 ⁽³⁾	C.C.	110,0	-	-	-	-	Inclinometro (110 m)
CH1	13,277 ⁽³⁾	C.C.	35,0	7 ⁽¹⁾	10 - 10	3	1	Tubo PVC (35 m)
CH1bis	13,054 ⁽³⁾	D.N.	35,0	-	-	-	-	Tubo PVC (35 m)
Pz1	18,322 ⁽³⁾	D.N.	42,0	-	-	-	-	C.P.E. (40 m)
Pz1bis	18,463 ⁽³⁾	D.N.	25,0	-	-	-	-	C.P.E. (13 m e 22 m)
Pz1ter	18,422 ⁽³⁾	D.N.	34,0	-	-	-	-	C.P.E. (33 m)
DMT1	13,054 ⁽³⁾	-	15,60	-	-	-	-	-

C.C.= perforazione a carotaggio continuo
D.N.= perforazione a distruzione di nucleo
D = profondità in metri da piano campagna
C.I. = n. di campioni indisturbati
C.P.C.= cella piezometrica Casagrande (profondità cella da p.c.)
C.P.E. = cella piezometrica elettrica
⁽¹⁾ Prove di laboratorio: vedi certificati
⁽²⁾ Tipo Lefranc
⁽³⁾ Quota da rilievo topografico

5.2 INDAGINI PREGRESSE

5.2.1 Campagna di indagine 1981 Ferrovie dello Stato (GEOTEST)

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 stata così articolata (vedi anche Tabella 5-2):

- n. 6 sondaggi (A, C, D, F, G, I) eseguiti a carotaggio continuo spinti fino a 40 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio; i sondaggi sono stati attrezzati con tubi inclinometrici.
- n. 3 sondaggi (B, E, H) eseguiti a distruzione di nucleo spinti fino a 30 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi sono state effettuate prove di permeabilità tipo Lefranc e prove dilatometriche; i sondaggi sono stati attrezzati con piezometri tipo Casagrande.

Come osservabile dalla Planimetria di Ubicazione Indagini Geognostiche (elaborato GEO0007) la campagna è stata condotta al piede del versante, a cavallo della linea ferroviaria.

Tabella 5-2. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Ferrovie dello Stato 1981 (GEOTEST)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	Prove dilatometriche	Prove di permeabilità	Strumentazione
A	10.0 ⁽³⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	Inclinometro (40 m)
C	12.0 ⁽³⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	Inclinometro (40 m)
D	10.0 ⁽³⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	Inclinometro (40 m)
F	12.5 ⁽³⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	Inclinometro (40 m)
G	13.0 ⁽³⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	Inclinometro (40 m)
I	15.0 ⁽³⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	Inclinometro (40 m)
B	11.0 ⁽³⁾	C.C.	30,0	-	4	4 ⁽²⁾	C.P.C. (15m e 30m)
E	13.0 ⁽³⁾	C.C.	30,0	-	4	4 ⁽²⁾	C.P.C. (15m e 30m)
H	15.0 ⁽³⁾	C.C.	30,0	-	4	4 ⁽²⁾	C.P.C. (15m e 30m)

C.C.= perforazione a carotaggio continuo
 D.N.= perforazione a distruzione di nucleo
 D = profondità in metri da piano campagna
 C.I. = n. di campioni indisturbati
 C.P.C.= cella piezometrica Casagrande (profondità cella da p.c.)
⁽¹⁾ Prove di laboratorio non disponibili
⁽²⁾ Tipo Lefranc
⁽³⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; la quota riportata può avere approssimazioni dell'ordine di 0.5 m (sondaggi che ricadono nelle aree coperte dal rilievo topografico e aereofotogrammetrico)

5.2.2 Campagna di indagine Ferrovie dello Stato 1983 (GEOTEST)

La seconda campagna di indagine risale al 1983 ed è stata eseguita da GEOTEST (Roma) per conto delle Ferrovie dello Stato. Tale campagna è stata così articolata (vedi anche Tabella 5-3):

- N. 18 sondaggi (1A-6A, 1B-6B, 1C-6C) eseguiti a carotaggio continuo spinti fino a 40 m-60 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi 1B-6B sono stati prelevati campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installati piezometri tipo Casagrande; i sondaggi 1A-6A e 1C-6C sono stati attrezzati con tubi inclinometrici.

Come osservabile dalla Planimetria di Ubicazione Indagini Geognostiche (elaborato GEO0006) la campagna è stata condotta al piede del versante, a cavallo della linea ferroviaria. Di questi sondaggi, solo quelli con sigla 1A-1C e 2A-2C, sono ubicati in prossimità delle opere in progetto.

Tabella 5-3. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Ferrovie dello Stato 1983 (GEOTEST)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
1A	8.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
1B	11.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	C.P.C. (9 m e 39 m)
1C	12.5 ⁽²⁾	C.C.	40,0	-	-	-	Inclinometro (40 m)
2A	16.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
2B	15.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	C.P.C. (15 m e 39 m)
2C	15.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	-	-	-	Inclinometro (40 m)
3A	14.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
3B	6.5 ⁽²⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	C.P.C. (15 m e 39 m)
3C	7.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	-	-	-	Inclinometro (40 m)
4A	13.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
4B	9.5 ⁽²⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	C.P.C. (10 m e 39 m)
4C	10.5 ⁽²⁾	C.C.	40,0	-	-	-	Inclinometro (40 m)
5A	13.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
5B	6.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	C.P.C. (15 m e 39 m)
5C	5.5 ⁽²⁾	C.C.	40,0	-	-	-	Inclinometro (40 m)
6A	12.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
6B	19.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	4 ⁽¹⁾	-	-	C.P.C. (15 m e 39 m)
6C	19.0 ⁽²⁾	C.C.	40,0	-	-	-	Inclinometro (40 m)

C.C. = perforazione a carotaggio continuo

D.N. = perforazione a distruzione di nucleo

D = profondità in metri da piano campagna

C.I. = n. di campioni indisturbati

C.R. = n. di campioni rimaneggiati

C.P.C. = cella piezometrica Casagrande (profondità cella da p.c.)

⁽¹⁾ Prove di laboratorio non disponibili

⁽²⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; la quota riportata può avere approssimazioni dell'ordine di 0.5 m (sondaggi che ricadono nelle aree coperte dal rilievo topografico e aereofotogrammetrico)

5.2.3 Campagna di indagine Autostrade 1991 (SIPES – ISMES – SGILAB)

La terza campagna di indagine risale al 1991 ed è stata eseguita da SIPES (Pescara) (sondaggi) e da ISMES (Bergamo) (prove penetrometriche statiche) per conto della società Autostrade a seguito dell'evento franoso del Gennaio 1991.

Tale campagna è stata così articolata (vedi anche Tabella 5-4 e Tabella 5-5):

- N. 8 sondaggi (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8) a carotaggio continuo spinti a profondità variabili fino a 60 m-100 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio ed installati tubi inclinometrici o piezometri elettropneumatici.
- N. 7 sondaggi (S2bis, S3bis, S4bis, S5bis, S6bis, S7bis, S8bis) a distruzione di nucleo spinti a profondità variabili fino a 60 - 80 m di profondità dal p.c. i fori sono stati strumentati con installazione di piezometri elettropneumatici e tubi inclinometrici.
- N. 2 prove penetrometriche statiche con misura anche delle pressioni interstiziali (CPTU01 e CPTU02) spinte fino a circa 35 m dal p.c.

Tabella 5-4. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Autostrade 1991 (SIPES)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
S1	+18.99 ⁽¹⁾	C.C.	61,0	9	-	-	Inclinometro (61 m)
S2	+22.59 ⁽¹⁾	C.C.	81,0	12	-	-	Inclinometro (81 m)
S2bis	+22.59 ⁽¹⁾	D.N.	71,0	-	-	-	P.E.(20m; 40m; 65m)
S3	+15.65 ⁽¹⁾	C.C.	81,0	10	-	-	Inclinometro (80.4 m)
S3bis	+15.65 ⁽¹⁾	D.N.	80,0?	-	-	-	P.E.(10m; 35m; 80m)
S4	+18.70 ⁽¹⁾	C.C.	60,0	7	-	-	P.E.(15m; 27.5m; 45m)
S4bis	+18.70 ⁽¹⁾	D.N.	60,0	-	-	-	Inclinometro (59.5 m)
S5	+17.41 ⁽¹⁾	C.C.	61,0	2	-	-	Inclinometro (61 m)
S5bis	+17.41 ⁽¹⁾	C.C.	58,0	-	-	-	P.E.(12.5m; 25m; 55m)
S6	+14.73 ⁽¹⁾	C.C.	101,0	5	-	-	Inclinometro (101 m)
S6bis	+14.73 ⁽¹⁾	C.C.	79,0	-	-	-	P.E.(34m; 50m; 75m)
S7	+17.72 ⁽¹⁾	C.C.	60.5	3	-	-	Inclinometro (58.8 m)
S7bis	+17.72 ⁽¹⁾	C.C.	63,0	-	-	-	P.E.(14m; 45m; 60m)
S8	+13.33 ⁽¹⁾	C.C.	50,0	2	-	-	Inclinometro (50 m)
S8bis	+13.33 ⁽¹⁾	C.C.	45,0	-	-	-	P.E.(5m; 20m; 40m)

C.C. = perforazione a carotaggio continuo
 D.N. = perforazione a distruzione di nucleo
 D = profondità in metri da piano campagna
 C. I. = n. di campioni indisturbati (campioni non riportati in stratigrafia, vedi certificati prove di laboratorio – SGILAB)
 C.R. = n. di campioni rimaneggiati

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
P.E. = piezometri elettropneumatici (profondità cella da p.c.)							
⁽¹⁾ Quota ripresa dalle stratigrafie							

Tabella 5-5. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Autostrade 1991 (ISMES)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	D (m)	Prove di dissipazione
CPTU01	17.5 ⁽¹⁾	36.2	a 4.15m e 25.5m da p.c.
CPTU02	15.5 ⁽¹⁾	35.0	a 17.33m, 25.67 e 34.94m da p.c.

⁽¹⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; la quota riportata può avere approssimazioni dell'ordine di 0.5 m (prova che ricado e in un'area coperta dal rilievo topografico e aereofotogrammetrico)

Sui campioni indisturbati prelevati dai fori di sondaggio sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio (SGILAB):

- Prove di classificazione (composizione granulometrica, peso di volume naturale, contenuto d'acqua naturale, limiti di Atterberg, ecc.).
- Prove edometriche a incremento di carico (ED-IL); tali prove, condotte secondo la procedura ad incrementi di carico finiti e permanenti per opportuni intervalli di tempo, hanno comportato una fase iniziale seguita con specifica accuratezza in modo da ottenere una buona definizione della spinta di rigonfiamento sviluppata dai provini all'aggiunta d'acqua.
- Prove triassiali non consolidate non drenate (TX-UU).
- Prove triassiali consolidate isotropicamente, non drenate, in condizioni di carico di compressione(TC-CIU-C); la fase di carico in condizioni non drenate è stata condotta a velocità di deformazione imposta bassa.
- Prove triassiali consolidate isotropicamente, drenate, in condizioni di carico di compressione(TC-CID-C); la fase di carico è stata condotta con velocità di deformazione imposte ancora più lente, per consentire la completa dissipazione delle pressioni interstiziali, e con rilevazione delle variazioni volumetriche.
- Prove di taglio diretto con determinazione anche della resistenza residua (TD e TD-res); le prove TD-res sono state a volte ripetute sui provini portati a completa disgiunzione e quindi ricomposti; le corse di taglio aggiuntive sono state realizzate analogamente alla prima, rispettando la direzione ed il verso della deformazione.
- Prove di taglio anulare su provini ricostituiti (TD-an) con apparecchi tipo (Bromhead); come prescritto, dai campioni è stata selezionata una sufficiente porzione operando con passaggi al vaglio n. 40 USA ASTM (luce netta 0.42 mm); le prove sono state condotte fino a raggiungere deformazioni relative molto elevate.

Come osservabile dalla Planimetria Ubicazione delle Indagini Geognostiche (elaborato GEO0006) la campagna è stata condotta al piede del versante, a cavallo della linea ferroviaria. Di questi sondaggi, solo quelli con sigla S1, S2, S3, S4, S8 e CPTU2 sono ubicati in prossimità delle opere in progetto.

5.2.4 Campagna di indagine Regione Molise 2000 - 2001 (Geotrivel – GEO s.p.A.)

La quarta campagna di indagine è stata condotta 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. In questa sede si farà riferimento alle indagini eseguite per conto della Regione Molise e della società Autostrade.

La campagna di indagine Autostrade, condotta da GEOTRIVELL (Teramo), è stata così articolata (vedi anche Tabella 5-6):

- N. 7 sondaggi (AI1, AI2, AI4, AI5, AI7, AI9, AI10) eseguiti a carotaggio continuo e spinti a profondità variabili fino a 60-120 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio. I fori sono stati completati con installazione di tubi inclinometrici.
- N. 3 sondaggi (AP3, AP6, AP8) a carotaggio continuo spinti fino a 40 m □ 90 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installati piezometri elettrici.

La campagna di indagine della Regione Molise, condotta da GEOTRIVELL (Teramo), è stata così articolata (vedi anche Tabella 5-7):

- N. 8 sondaggi (SC1, SC2, SC5, SC7, SC8, SC9, SC17, SC18) a carotaggio continuo spinti fino a 70 m-200 m di profondità dal p.c.; nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati per prove geotecniche di laboratorio ed installati tubi inclinometrici.
- N. 12 sondaggi (SCP1, SCP2, SCP3, SC3, SC4, SC6, SC10, SC11, SC12, SC13, SC14, SC15, SC16) a carotaggio continuo spinti a profondità variabile fino a 50-150 m dal p.c.; nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed installati piezometri elettrici (SC3, SC4, SC6, SC10, SC11, SC12), tipo Casagrande (SC13) e a tubo aperto (SC14); in alcuni fori di sondaggio sono stati installati sia piezometri a tubo aperto che piezometri Casagrande (SCP1, SCP2 e SCP3).

Tabella 5-6. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Autostrade 2000-2001 (Geotrivell)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
AI1	11.5 ⁽¹⁾	C.C.	70,0	1	-	-	Inclinometro (70 m)
AI2	15.0 ⁽¹⁾	C.C.	100,0	2	-	3 ⁽²⁾	Inclinometro (100 m)
AP3	11.5 ⁽¹⁾	C.C.	40,0	1	-	-	P.E. (18m; 35m)
AI4	10.0 ⁽³⁾	C.C.	60,0	-	-	-	Inclinometro (60 m)
AI5	35.0 ⁽¹⁾	C.C.	120,0	3	-	2 ⁽²⁾	Inclinometro (120 m)
AP6	24.0 ⁽¹⁾	C.C.	90,0	1	-	-	P.E. (27m; 35m; 82m)
AI7	28.0 ⁽¹⁾	C.C.	70,0	1	-	-	Inclinometro (70 m)
AP8	15.0 ⁽¹⁾	C.C.	40,0	1	-	-	P.E. (20m)
AI9	14.0 ⁽¹⁾	C.C.	100,0	-	-	-	Inclinometro (100 m)
AI10	17.0 ⁽¹⁾	C.C.	100,0	-	-	-	Inclinometro (100 m)
C.C. = perforazione a carotaggio continuo D.N. = perforazione a distruzione di nucleo D = profondità in metri da piano campagna C.I. = n. di campioni indisturbati C.R. = n. di campioni rimaneggiati P.E. = piezometri elettrici (profondità cella da p.c.)							

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
<p>⁽¹⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; le quote riportate possono avere approssimazioni dell'ordine di 0.5 m (prove che ricadono nelle aree coperte dal rilievo topografico e aereofotogrammetrico)</p> <p>⁽²⁾ Tipo Lugeon (non sono riportate in stratigrafia ma ci sono i certificati)</p> <p>⁽³⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; la quota riportata (coperta solo dalla base cartografica della Carta Tecnica Regionale) è molto approssimativa e, nel caso specifico, può avere un'approssimazione di 3-4 m.</p>							

Tabella 5-7. Tabella di sintesi indagini geognostiche in sito Regione Molise 2000-2001 (Geotrivell)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
SCP1	217.5 ⁽¹⁾	C.C.	50,0	1 ⁽⁵⁾	-	-	C.P.C. (49.5m) T.A. (0m→38m)
SCP2	211.5 ⁽¹⁾	C.C.	50,0	1 ⁽⁵⁾	2 ⁽⁵⁾	-	C.P.C. (49.5m) T.A. (0m→30m)
SCP3	191.5 ⁽¹⁾	C.C.	50,0	1 ⁽⁵⁾	9 ⁽⁵⁾	-	C.P.C. (50m) T.A. (0m→20m)
SC1	61.0 ⁽¹⁾	C.C.	100,0	7 ⁽⁵⁾	4 ⁽⁵⁾	1 ⁽³⁾	Inclinometro (100 m)
SC2	83.5 ⁽¹⁾	C.C.	202,0	12 ⁽⁵⁾	12 ⁽⁵⁾	3 ⁽³⁾ ; 3 ⁽⁴⁾	Inclinometro (202 m)
SC3	79.0 ⁽¹⁾	C.C.	150,0	10	8 ⁽⁵⁾	1 ⁽³⁾ ; 2 ⁽⁴⁾	P.E. (16m; 53m; 94m)
SC4	104.0 ⁽¹⁾	C.C.	130,0	7 ⁽⁵⁾	12	2 ⁽³⁾ ; 2 ⁽⁴⁾	P.E. (16m; 59.3m; 115.5m)
SC5	85.0 ⁽¹⁾	C.C.	152,0	7	1 ⁽⁵⁾	3 ⁽³⁾ ; 3 ⁽⁴⁾	Inclinometro (152 m)
SC6	127 ⁽²⁾	C.C.	150,0	8 ⁽⁵⁾	9 ⁽⁵⁾	-	P.E. (28.5m; 64.5m; 119m)
SC7	94.0 ⁽¹⁾	C.C.	80,0	3 ⁽⁵⁾	2 ⁽⁵⁾	-	Inclinometro (80 m)
SC8	16.0 ⁽¹⁾	C.C.	80,0	-	-	-	Inclinometro a sonde fisse (18m, 34m, 46m, 65m)
SC9	171.0 ⁽¹⁾	C.C.	80,0	2 ⁽⁵⁾	6 ⁽⁵⁾	-	Inclinometro (80 m)
SC10	172.0 ⁽¹⁾	C.C.	50,0	1 ⁽⁵⁾	-	-	P.E. (33m)
SC11	51.5 ⁽¹⁾	C.C.	60,0	2 ⁽⁵⁾	4 ⁽⁵⁾	-	P.E. (21m; 55m)
SC12	150.0 ⁽²⁾	C.C.	60,0	2 ⁽⁵⁾	5 ⁽⁵⁾	-	P.E. (27m; 45m)
SC13	110.0 ⁽¹⁾	C.C.	60,0	2 ⁽⁵⁾	-	-	P.E. (25m; 60m)
SC14	97.0 ⁽¹⁾	C.C.	60,0	-	-	-	T.A. (30m→60m)
SC15	93.0 ⁽¹⁾	C.C.	50,0	-	-	-	P.E. (49m) T.A. (0m→20m)

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	Prove di permeabilità	Strumentazione
SC16	23.5 ⁽¹⁾	C.C.	100,0	1 ⁽⁵⁾	2 ⁽⁵⁾	-	P.E. (5m) T.A. (40m→80m)
SC17	3.5 ⁽²⁾	C.C.	70,0	-	-	-	Inclinometro (70 m)
SC18	4.0 ⁽²⁾	C.C.	70,0	-	-	-	Inclinometro (70 m)

C.C. = perforazione a carotaggio continuo

D.N. = perforazione a distruzione di nucleo

D = profondità in metri da piano campagna

C.I. = n. di campioni indisturbati

C.R. = n. di campioni rimaneggiati

P.E. = piezometri elettrici (profondità cella da p.c.)

C.P.C. = cella piezometrica Casagrande (profondità cella da p.c.); T.A. = tubo aperto (tratto finestrato)

⁽¹⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; la quota riportata può avere approssimazioni dell'ordine di 0.5 m (sondaggi che ricadono nelle aree coperte dal rilievo topografico e aereofotogrammetrico)

⁽²⁾ Quota non rilevata, stimata dalla Planimetria ubicazione indagini; la quota riportata può avere approssimazioni dell'ordine di 2.5 m (sondaggi che ricadono nelle aree coperte solo dalla base cartografica della Carta Tecnica Regionale)

⁽³⁾ Tipo Lugeon (Mancano i certificati della prova)

⁽⁴⁾ Tipo Lefranc (Mancano i certificati della prova)

⁽⁵⁾ Prove di laboratorio non disponibili

Sui campioni indisturbati prelevati dai fori di sondaggio sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio (GEO S.p.A.):

- Prove di classificazione (composizione granulometrica, peso di volume naturale, contenuto d'acqua naturale, limiti di Atterberg, ecc.);
- Prove edometriche ad incremento di carico (ED-IL);
- Prove triassiali non consolidate non drenate (TX-UU);
- Prove triassiali consolidate isotropicamente, non drenate, in condizioni di carico di compressione (TC-CIU-C);
- Prove triassiali consolidate isotropicamente, drenate, in condizioni di carico di compressione (TC-CID-C);
- Prove di taglio diretto con determinazione anche della resistenza residua (TD e TD-res).

Come osservabile dalla Planimetria di Ubicazione delle Indagini Geognostiche (elaborato GEO0006) la campagna è stata estesa a tutto il versante interessato dalla frana di Petacciato. Ricadono, in prossimità delle opere in progetto ed a monte del tracciato autostradale, nel tratto di studio, i seguenti sondaggi: SCP2, SCP1, SC9, SC6, SC3, SC14, SC15, SC2, SC1, SC7, SC11, SC16, SC17, AI10, AI9, AI5, AI7, AP6 e AP8.

5.3 TABELLA RIASSUNTIVA DELLE INDAGINI RICADENTI IN PROSSIMITÀ DEL VIADOTTO CACCHIONE

Sulla base di quanto specificato ai paragrafi precedenti le indagini di interesse per l'area del Viadotto Cacchione sono riassunte nella Tabella 5-8.

Tabella 5-8. Indagini eseguite nell'area del Viadotto Cacchione

Campagna di indagine	Impresa	Indagine	Tipo / Lunghezza	Strumenti	Note
1983	GEOTEST	1C	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1983	GEOTEST	1B	CC 40m	Piezometri	Laboratorio
1983	GEOTEST	1A	CC 60m	Inclinometro	Laboratorio
1991	SIPES	S1	CC 61m	Inclinometro	Laboratorio
1981	GEOTEST	C	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1981	GEOTEST	B	DN 30m	-	-
1981	GEOTEST	A	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1991	SIPES	S3	CC 81m	Inclinometro	Laboratorio
1991	SIPES	S3bis	DN 81m	Piezometri	-
1991	SIPES	S8	CC 50m	Inclinometro	Laboratorio
1991	SIPES	S8bis	DN 45m	Piezometri	-
1981	GEOTEST	E	DN 30m	-	-
1981	GEOTEST	D	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1991	ISMES	CPTU2	35m	-	-
1981	GEOTEST	F	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1991	SIPES	S2	CC 81m	Inclinometro	Laboratorio
2000-2001	GEOTRIVEL	AP6	CC 90m	Piezometri	Laboratorio
2000-2001	GEOTRIVEL	SC16	CC 100m	Piezometri	Laboratorio
1991	SIPES	S2bis	DN 71m	Piezometri	-
1991	SIPES	S4bis	DN 80m	Inclinometro	-
1981	GEOTEST	I	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1981	GEOTEST	H	DN 30m	-	-
1981	GEOTEST	G	CC 40m	Inclinometro	Laboratorio
1991	SIPES	S4	CC 60m	Piezometri	Laboratorio
2019	TECHNOSOIL	I1	CC 60m	Inclinometro	Laboratorio
2019	TECHNOSOIL	I1bis	DN 60m	Inclinometro	-
2019	TECHNOSOIL	I2	CC 60m	Inclinometro	Laboratorio
2019	TECHNOSOIL	CH1	CC 35m	Tubo PVC	Laboratorio
2019	TECHNOSOIL	CH1dis	DN 35m	Tubo PVC	-
2019	TECHNOSOIL	PZ1	DN 42m	Piezometro el.	-
2019	TECHNOSOIL	PZ1bis	DN 25m	Piezometro el.	-
2019	TECHNOSOIL	PZ1ter	DN 34m	Piezometro el.	-
2019	TECHNOSOIL	DMT1	16.50m	-	-

6 INQUADRAMENTO SISMICO

In accordo all'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 Gennaio 2018 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 suolo 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 dell'adeguamento 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 (SLV) (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/>, $a_g \approx 0.133g$, 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 alla categoria di sottosuolo C.

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 $S_T = 1$.

7 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La caratterizzazione stratigrafico-geotecnica dell'area può essere sviluppata tenendo conto:

- degli elementi di inquadramento geologico, idrogeologico, geomorfologico e sismico
- dei risultati delle campagne di indagine geotecnica (di sito e di laboratorio)
- dei dati del monitoraggio geotecnico (inclinometri e piezometri)
- 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; 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 (conclusosi ad Agosto 2007).
- degli studi effettuati dalla società Autostrade // per l'Italia nell'ambito del progetto ANIDRO.

7.1 MONITORAGGIO GEOTECNICO ATTUALMENTE ATTIVO NELL'AREA DEL VIADOTTO CACCHIONE

Nell'area del Viadotto Cacchione risulta ad oggi attiva la seguente strumentazione geotecnica (a lettura automatica) gestita da Autostrade // per l'Italia:

- In corrispondenza del sondaggio S8, Inclinometro fisso alla profondità di 29.50m, data di attivazione 14 Marzo 2017; lo strumento installato registra spostamenti solo monodirezionali lungo l'asse Y (Figura 1).
- In corrispondenza del sondaggio S8bis, Inclinometro fisso alla profondità di 29.50m, data di attivazione 25 Agosto 2016 (Figura 2).
- In corrispondenza del sondaggio S8bis, Piezometro alla profondità di 15.00m, data di attivazione 25 Agosto 2016 (Figura 2).

In aggiunta a quanto sopra, 200 m ca. a Sud della Spalla Bari del Viadotto Cacchione, risulta attiva la seguente ulteriore strumentazione geotecnica (a lettura automatica) gestita da Autostrade // per l'Italia:

- In corrispondenza del sondaggio S5, Inclinometri fissi alle profondità di 4.27m, 30.46m, 43.30m e 50.59m, data di attivazione 14 Marzo 2017 (Figura 3).
- In corrispondenza del sondaggio S5bis, Inclinometri fissi alle profondità di 4.27m e 30.46m, data di attivazione 25 Agosto 2017 (Figura 4).
- In corrispondenza del sondaggio S5bis, Piezometro alla profondità di 25.00m, data di attivazione 25 Agosto 2017 (Figura 4).

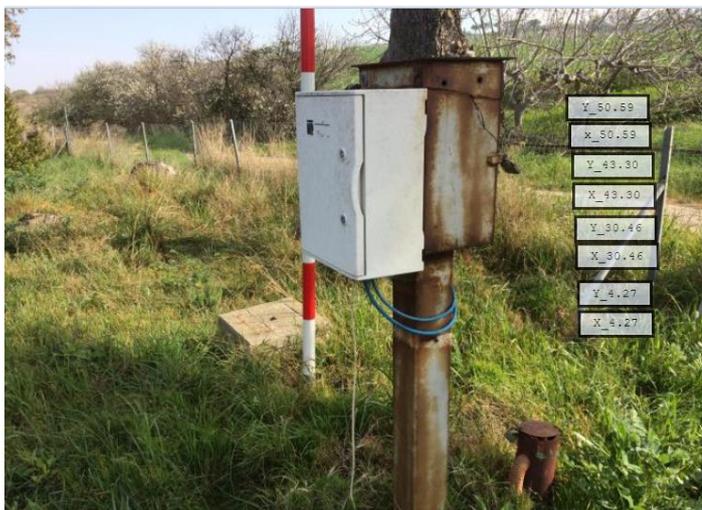


Figura 1: Inclinometro fisso (29.5m) a lettura automatica in posizione sondaggio S8



Codice	: S8BIS
Descrizione	: S8BIS-PZ8BIS
Data attivazione	: 25/08/2016
Data cessazione	:
Connessione	: Internet ADSL
Note	: AZIMUT 354° - POSA PIEZOMETRO 15m
Gestore SIM	: VODAFONE
Numero SIM	: 3487027885
	:
Canali totali	: 16
Util. / Disp.	: 3 / 13
Batteria	: 7.347

Figura 2: Inclinometro fisso (29.5m) e Piezometro (15.0m) a lettura automatica in posizione sondaggio S8bis



Codice	: S5
Descrizione	: A14 Petacciato Km 462+727 - Strumenti da dismettere
Data attivazione	: 14/03/2017
Data cessazione	:
Connessione	: Internet ADSL
Note	: Doppia batteria
Gestore SIM	:
Numero SIM	: 3477050723
	:
Canali totali	: 16
Util. / Disp.	: 8 / 8
Batteria	: 5.673

Figura 3: Inclinometri fissi (4.27m – 30.46m – 43.30m – 50.59m) a lettura automatica in posizione sondaggio S5



Codice	: S5BIS
Descrizione	: S5BIS-PZ55BIS
Data attivazione	: 25/08/2016
Data cessazione	:
Connessione	: Internet ADSL
Note	: AZIMUT 52° - POSA PIEZOMETRO 25m
Gestore SIM	: VODAFONE
Numero SIM	: 3487028744
	:
Canali totali	: 16
Util. / Disp.	: 5 / 11
Batteria	: 6.564

Figura 4: Inclinometri fissi (4.27m – 30.46m) e Piezometro (25.0m) a lettura automatica in posizione sondaggio S5bis

7.2 PROFILO STRATIGRAFICO

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) proprio in corrispondenza del Fosso degli Ulivi (altrimenti denominato Fosso Cacchione), area in maggior erosione.

Nell'elaborato grafico APE0002 sono riportati i profili stratigrafici in corrispondenza di tre sezioni a cavallo del Viadotto Cacchione:

- Sezione n.1, tracciata poco a Nord del viadotto.
- Sezione n.2, tracciata in corrispondenza del viadotto.
- Sezione n.3, tracciata poco a Sud del viadotto.

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 dell'adeguamento oggetto di questo documento.
- Le potenziali superfici di scorrimento.
- La sagoma dell'adeguamento oggetto di questo documento.

7.3 LIVELLI PIEZOMETRICI

I dati di monitoraggio piezometrico indicano la presenza in profondità di livelli piezometrici superiori al piano di campagna. 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 piano campagna. La differenza tra livelli piezometrici reali e livelli piezometrici idrostatici determinati assumendo la falda prossima al piano campagna cresce con l'aumentare della profondità, ma può essere considerata non rilevante negli strati più superficiali.

7.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini delle verifiche geotecniche delle opere costituenti l'adeguamento in oggetto assume particolare importanza la caratterizzazione geotecnica delle argille plio-pleistoceniche. Tale caratterizzazione è stata effettuata sulla base principalmente dei risultati delle indagini geognostiche disponibili, inquadrandola tuttavia anche nell'ambito di considerazioni sull'assetto macrostrutturale indotto dai movimenti di natura tettonica e gravitativa avvenuti nella fase post-deposizionale.

Le prove di classificazione disponibili sulle argille plio-pleistoceniche includono la composizione granulometrica e le determinazioni delle caratteristiche di umidità e peso di volume naturale, di plasticità (limiti di Atterberg) e di peso specifico dei grani.

In questa fase di studio di fattibilità si possono in prima approssimazione adottare i seguenti parametri geotecnici per le argille plio-pleistoceniche:

- Grado di saturazione $S \sim 100\%$
- Peso di volume naturale $\gamma_n \sim 20.5 \div 21.0 \text{ kN/m}^3$
- Contenuto d'acqua naturale $w_n \sim 22 \div 20\%$
- Indice dei vuoti iniziale $e_0 \sim 0.65 \div 0.55$ (calcolati da γ_n e w_n)
- Limite liquido LL $\sim 50-55\% \div 60-65\%$
- Limite plastico LP $\sim 18 \div 20\%$
- Indice plastico IP $\sim 35 \div 45\%$ (argille di medio-alta plasticità)
- Indice di attività "A" variabile tra 0.8 e 1.2 (argille normalmente attive)
- Grado di Sovraconsolidazione Meccanica $GSC \geq 5$ (valutato nei primi 45m di profondità).

Localmente i valori di GSC possono risultare molto più bassi. Ciò è caratteristico di materiali posti in corrispondenza delle fasce di disturbo a cavallo delle superfici di scorrimento indotte da fenomeni di natura gravitativa e tettonica; infatti questi materiali, in conseguenza delle rilevanti deformazioni volumetriche e deviatoriche plastiche, subiscono 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.

- Coefficiente di spinta a riposo $K_0 \geq 1.0 \div 1.5$
- Resistenza di taglio a volume costante $\varphi_{cv}' \sim 25 \div 26^\circ$

- Resistenza di taglio residua $\varphi_r' \sim 8.5 + 11/(1 + \sigma_n'/200)$
- Parametro di resistenza al taglio in condizioni non drenate $c_u \geq 150-200$ kPa
- Indice di compressione (tratto normalconsolidato) $c_c \sim 0.30$
- Coefficiente di permeabilità $k \sim 1 \cdot 10^{-10} \div 1 \cdot 10^{-11}$ 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.

8 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE E DELLE INTERFERENZE

8.1 VIADOTTO CACCHIONE

Il Viadotto Cacchione si sviluppa tra le progressive km.462+446 e Km.462+521 dell'Autostrada A14 Bologna-Bari-Taranto. Il viadotto in oggetto, che sovrappassa l'omonimo Fosso Cacchione (noto anche come Fosso degli Ulivi), consta di due campate (Spalla Bologna-Pila centrale e Pila centrale-Spalla Bari) ed è costituito da due opere distinte per la Carreggiata Nord e quella Sud, ciascuna di lunghezza complessiva pari a 65 m ca. (valutata tra gli assi degli appoggi delle spalle).

Le caratteristiche geometriche principali del viadotto sono mostrate nella Figura 5 (planimetria), Figura 6 (profilo longitudinale in Carreggiata Sud) e Figura 7 (profilo longitudinale in Carreggiata Nord). Le spalle lato Bologna sono spalle passanti impostate su una fila di n.6 pali $\phi 1200$ mm lunghi 24m, le pile centrali sono impostate su n.6 pali $\phi 1200$ mm lunghi 30m mentre le spalle lato Bari sono spalle ordinarie impostate su n.8 pali $\phi 1200$ mm lunghi 24m.

A seguito della riattivazione dei movimenti franosi del 1979, a protezione delle spalle lato Bari, è stata realizzata una paratia costituita da una doppia fila di pali per complessivi n.26 pali D1500mm di lunghezza pari a 30m; i pali sono uniti tra loro in sommità da una trave di coronamento di dimensioni pari a 1.70x5.00m, tirantata in alternanza da due o tre file di tiranti di lunghezza rispettivamente pari a 35 e 30 m (nel caso di due ordini di tiranti) e 35, 35 e 30 m (nel caso di tre ordini di tiranti). La posizione planimetrica di tale opera, la sua planimetria e la sezione in testa sono mostrate nella Figura 8, Figura 9 e Figura 10 rispettivamente.

8.2 FOSSO CACCHIONE

Il tratto del Fosso Cacchione che sottopassa il viadotto omonimo è inalveato in una sezione in calcestruzzo trapezia larga alla base 2.5m, alta 2.0m e con sponde disposte a 45° (Figura 11 e Figura 12); in sommità la larghezza della sezione è pari a 6.5m. Il tratto inalveato comincia 60m ca. a monte del viadotto, subito dopo il passaggio del fosso all'interno di un tubo $\phi 1670$ mm interrato al di sotto di un passaggio ad uso agricolo. La pendenza del tratto inalveato varia da sezione a sezione e risulta compresa tra il 3.3 ed il 6.2%. Subito a valle del viadotto è presente una caditoia che convoglia le acque del Fosso Cacchione nel tombino scatolare che sottopassa la ferrovia (Figura 11); di questa caditoia (4x4m ca.) è ad oggi disponibile solo un rilievo topografico parziale. Dopo la ferrovia il Fosso Cacchione torna a giorno per un breve tratto, si reimmette quindi in un altro tombino che sottopassa la Strada Statale e poi sfocia in spiaggia. Ad oggi non si hanno a disposizione rilievi dei due tombini che sottopassano la ferrovia e la Strada Statale, tantomeno dei tratti all'aperto del fosso oltre il viadotto Cacchione. Da segnalare infine la presenza di una briglia lungo il corso del Fosso Cacchione, di dimensioni non note, poco a monte del viadotto; la presenza di tale elemento ad oggi potrebbe anche non essere più visibile in quanto è probabile che esso sia stato parzialmente demolito.

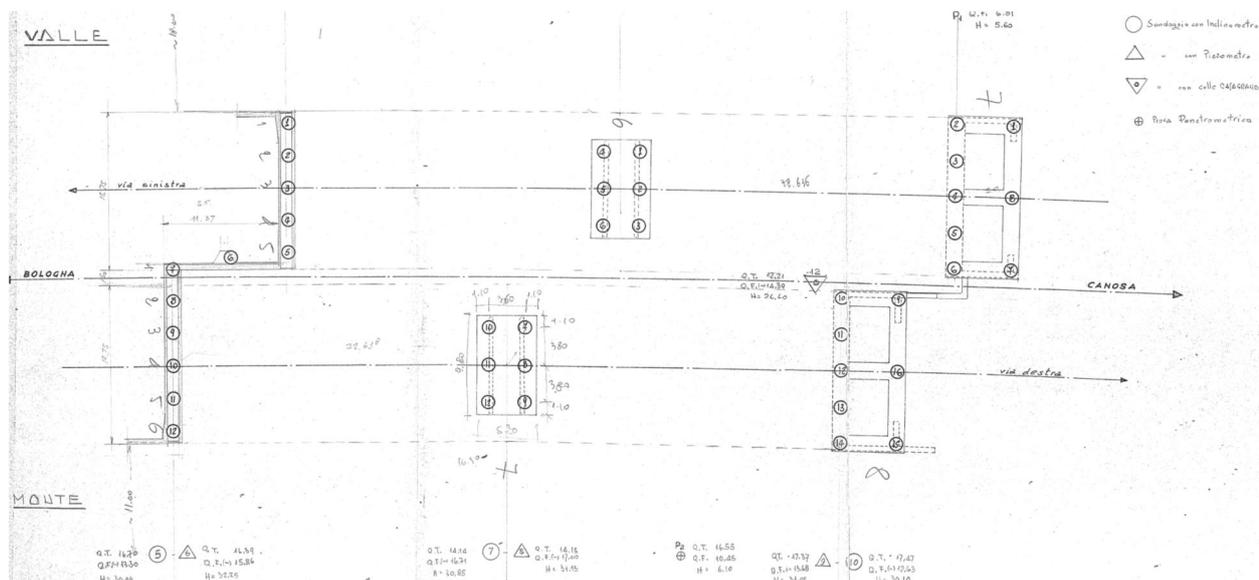


Figura 5: Viadotto Cacchione – Planimetria (dalla Contabilità lavori) (Doc.Ref.[7])

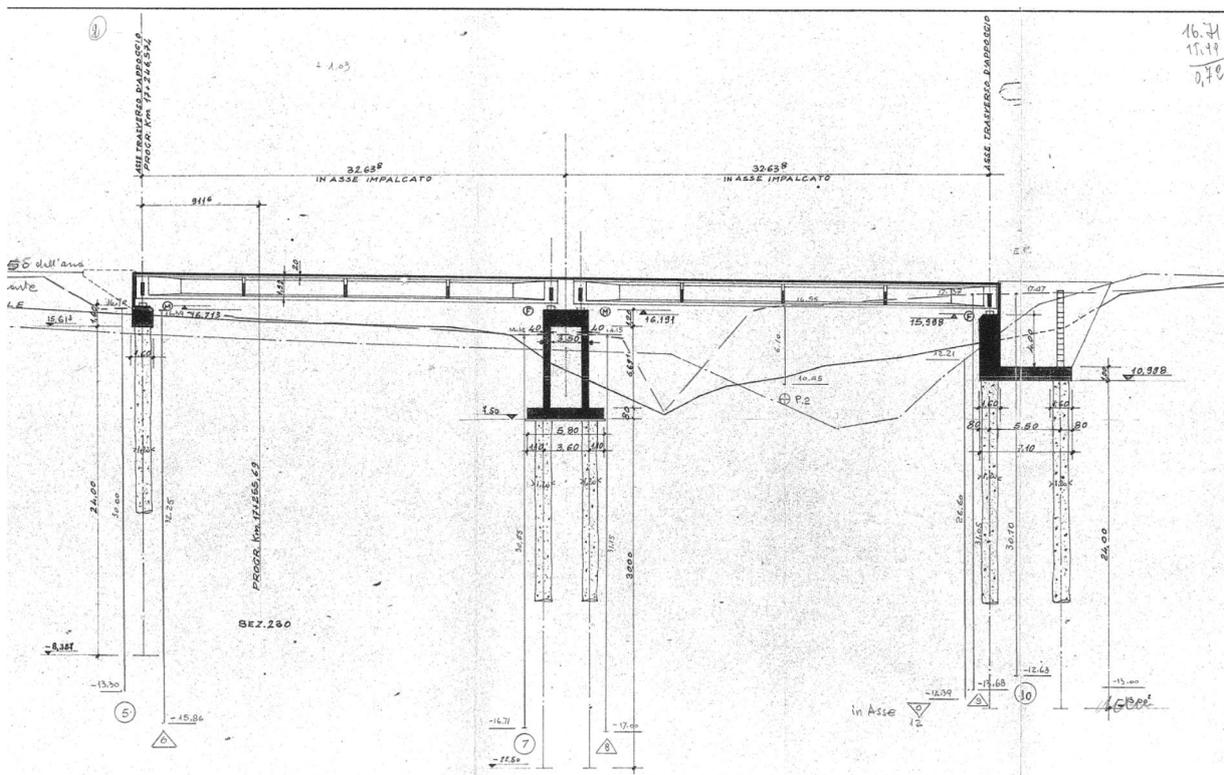


Figura 6: Viadotto Cacchione – Profilo longitudinale di Carreggiata Sud (dalla Contabilità lavori) (Doc.Ref.[7])

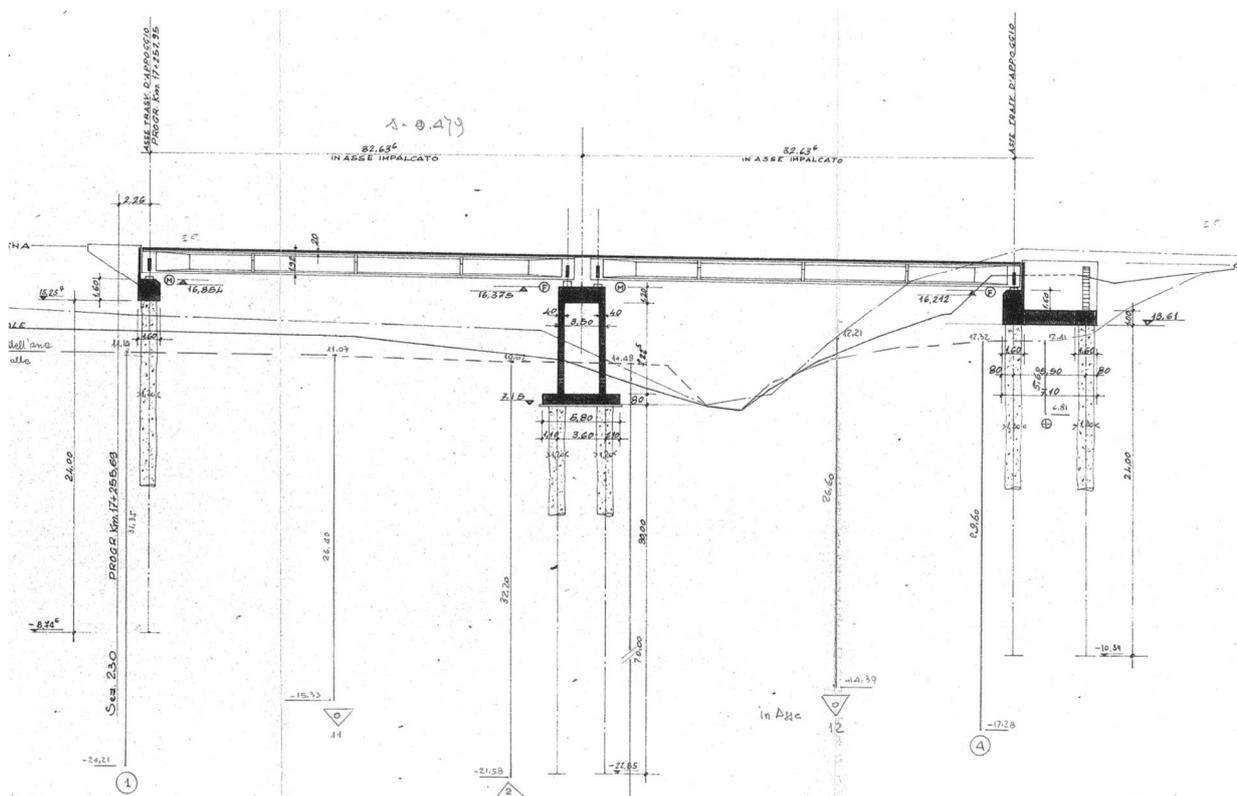


Figura 7: Viadotto Cacchione – Profilo longitudinale di Carreggiata Nord (dalla Contabilità lavori) (Doc.Ref.[7])

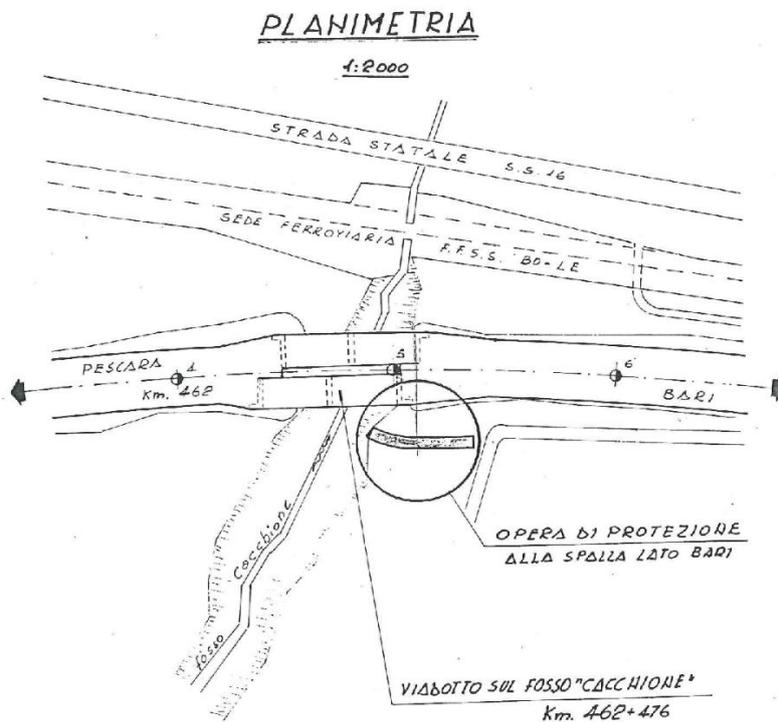


Figura 8: Viadotto Cacchione – Paratia di pali a protezione delle Spalle lato Bari - Inquadramento (Doc.Ref.[7] e [18])

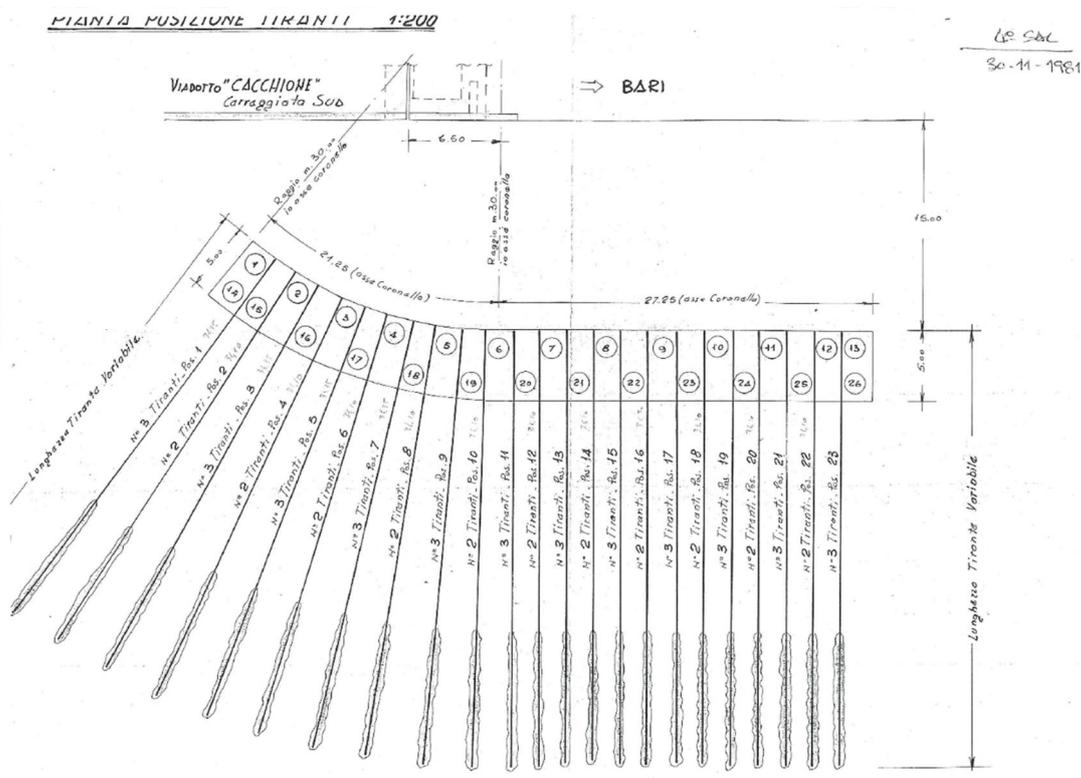


Figura 9: Viadotto Cacchione – Paratia di pali a protezione delle Spalle lato Bari - Planimetria (Doc.Ref.[7] e [18])

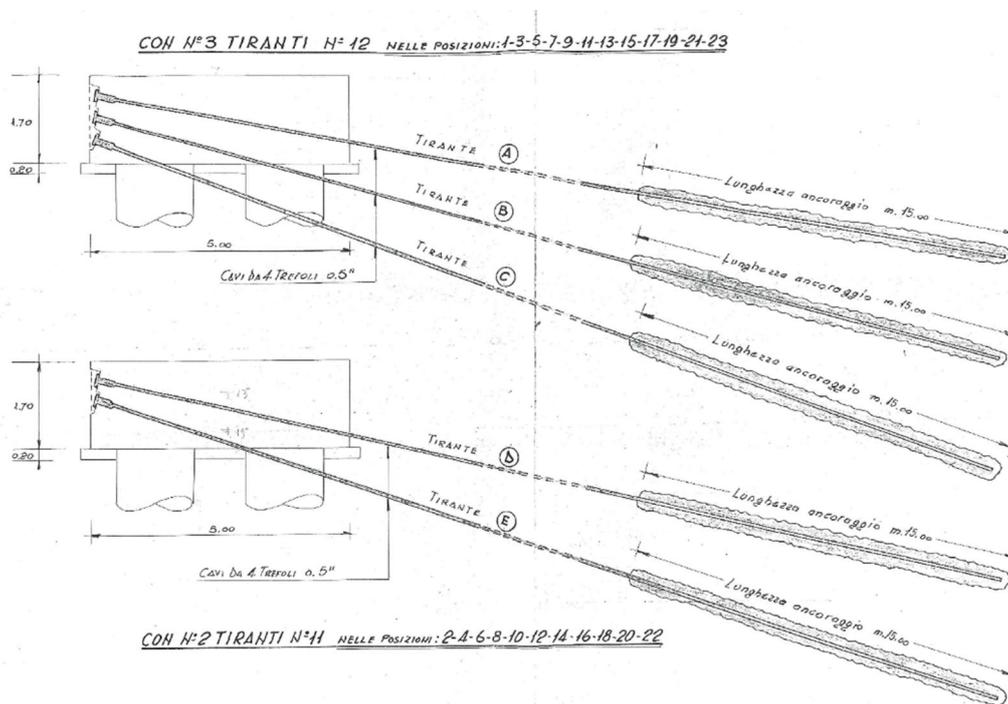


Figura 10: Viadotto Cacchione – Paratia di pali a protezione delle Spalle lato Bari - Sezione (Doc.Ref.[7] e [18])



Figura 11: Fosso Cacchione e Caditoia del tombino idraulico di sottopasso della ferrovia (Vista verso mare)



Figura 12: Fosso Cacchione, Cavidotto e Tubatura acquedotto presenti a monte del viadotto
(Vista verso monte)

9 INFORMAZIONI DERIVANTI DAL MONITORAGGIO NELL'AREA DEL VIADOTTO CACCHIONE

Il sistema di monitoraggio ad oggi attivo nell'area del Viadotto Cacchione comprende:

- Monitoraggio satellitare GNSS (Global Navigation Satellite System), in continuo, di tre punti materializzati sugli impalcati del viadotto in corrispondenza della Spalla Bari carreggiata Sud (CAC1 e CAC2) e in zona spartitraffico verso la Spalla Bologna (CAC3), così come mostrato nella Figura 13, Figura 14 e Figura 15, installato nel 2016.
- Trasduttori di spostamento monodirezionali, da 200mm di corsa, per il monitoraggio degli spostamenti relativi tra pile-spalle e impalcato; lo schema dei trasduttori e la direzione dei movimenti da loro registrata sono visibili nella Figura 16. Tali trasduttori furono installati negli anni duemila e risistemati a seguito dell'ultima riattivazione dei movimenti franosi risalente al 2015.
- Inclinometri fissi a lettura automatica nelle posizioni dei sondaggi S8 ed S8bis (vedi paragrafo 7.1), installati nel 2016-2017.
- Piezometri a lettura automatica nelle posizioni dei sondaggi S8 ed S8bis (vedi paragrafo 7.1), installati nel 2016-2017.

Viadotto Cacchione

- ✓ 3 punti installati il 24 febbraio 2016
- ✓ Alimentazione da rete elettrica
- ✓ Trasmissione GSM
- ✓ Ricevitori solo GPS



CAC1: Spalla Lato Bari carr. sud lato monte
 CAC2: Impalcato carr. sud lato Bari (S)
 CAC3: Impalcato carr. sud lato Bari (spartitraffico N)

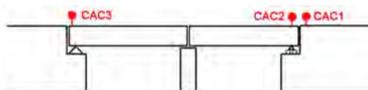


Figura 13: Viadotto Cacchione – Sistema di monitoraggio satellitare GNSS

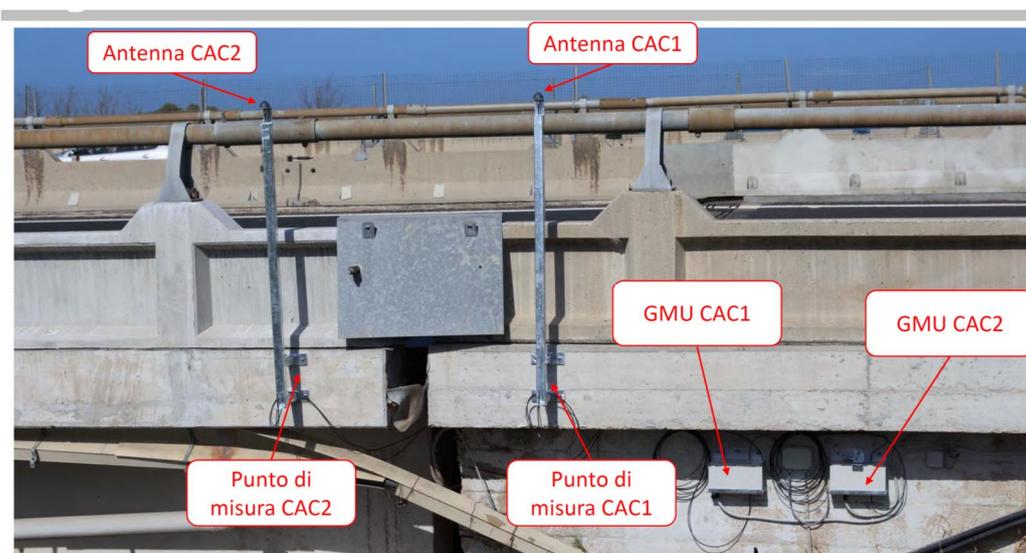


Figura 14: Viadotto Cacchione – Sistema di monitoraggio satellitare GNSS

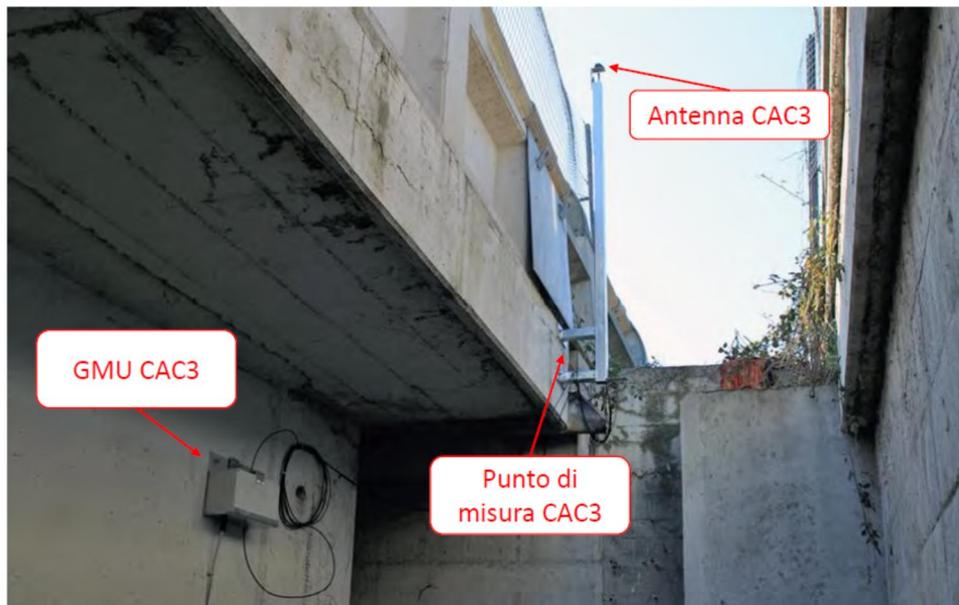


Figura 15: Viadotto Cacchione – Sistema di monitoraggio satellitare GNSS

LEGENDA

Tracce nere di spostamento da 200 mic di cuneo.
 Le frecce indicano la possibile direzione di spostamento.
 Il simbolo + indica il verso positivo dello spostamento.

Casseggiato di cartellonazione adagna con tracciato nero.
 In terra per la segnalazione dei singoli assi "arrivati" con caso multipista.

Cavo strumentale tipo 8 x 0,22 mmc

Cavo multicolore tipo 17 x 0,25 mmc



Viadotto CACCIONE

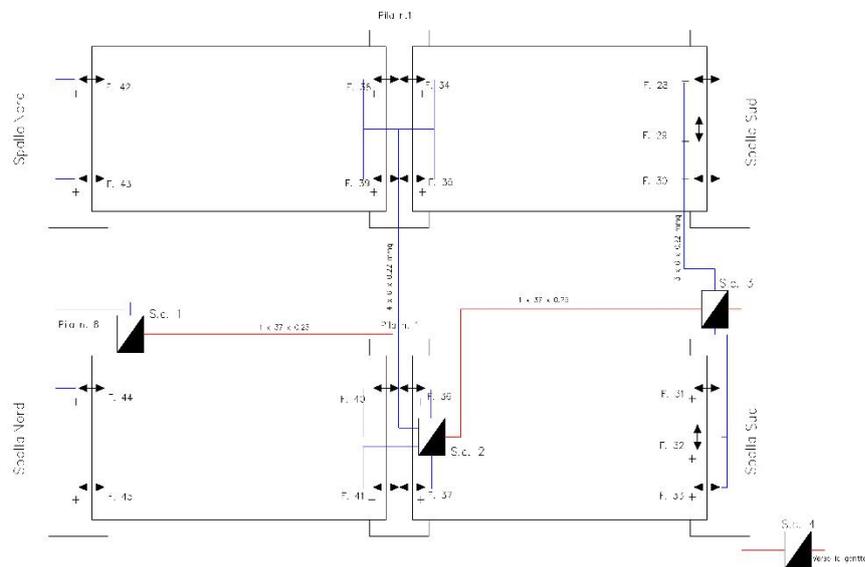


Figura 16: Viadotto Cacchione - Schema dei trasduttori di movimento relativo pila/spalle-impalcati

È opportuno osservare che la strumentazione sopraelencata, attualmente attiva in corrispondenza dell'area del viadotto Cacchione, non consente una ricostruzione "storica" dei cinematismi avvenuti nel corso delle diverse riattivazioni della frana: il sistema di monitoraggio satellitare è stato infatti installato nel corso del 2016 mentre gli inclinometri fissi e piezometri elettrici a lettura automatica nel periodo 2016-2017.

L'unica strumentazione presente con continuità negli ultimi 10 anni è costituita dai soli trasduttori di spostamento monodirezionali, andati parzialmente fuori uso a seguito delle riattivazioni del 2009 e del 2015 ma successivamente ripristinati. Con riferimento a quest'ultima strumentazione è stato possibile analizzare i dati forniti a seguito delle sopracitate riattivazioni; in particolare dall'analisi delle letture successive all'evento del 2009 è risultato uno spostamento relativo in direzione trasversale tra l'impalcato e la spalla lato Bari di circa 8 cm in carreggiata Sud e di circa 2.5 cm in carreggiata Nord. In corrispondenza della pila è stato invece misurato uno spostamento relativo, sempre in direzione trasversale, di circa 10 cm. Non sono disponibili le misure degli spostamenti assoluti degli impalcati, né tanto meno delle spalle e pile del viadotto. In base a quanto sopra descritto non è possibile stabilire se e di quanto si sono spostate la Spalla Pescara e le pile centrali.



Figura 17: Viadotto Cacchione – Letture manuali dei trasduttori di movimento a seguito dell'evento del 2009

I dati storici del monitoraggio geotecnico nell'area del Viadotto Cacchione sono quelli relativi all'inclinometro S8, con misure disponibili per il periodo 1991-2008; i risultati disponibili sono mostrati nella Figura 18, Figura 19, Figura 20 e Figura 21. Nel periodo di monitoraggio sopra indicato è compresa la riattivazione dei movimenti franosi del 1996, con chiara indicazione di due superfici di scorrimento a 15 e 30 m circa, superfici evidenziate anche in APE0002.

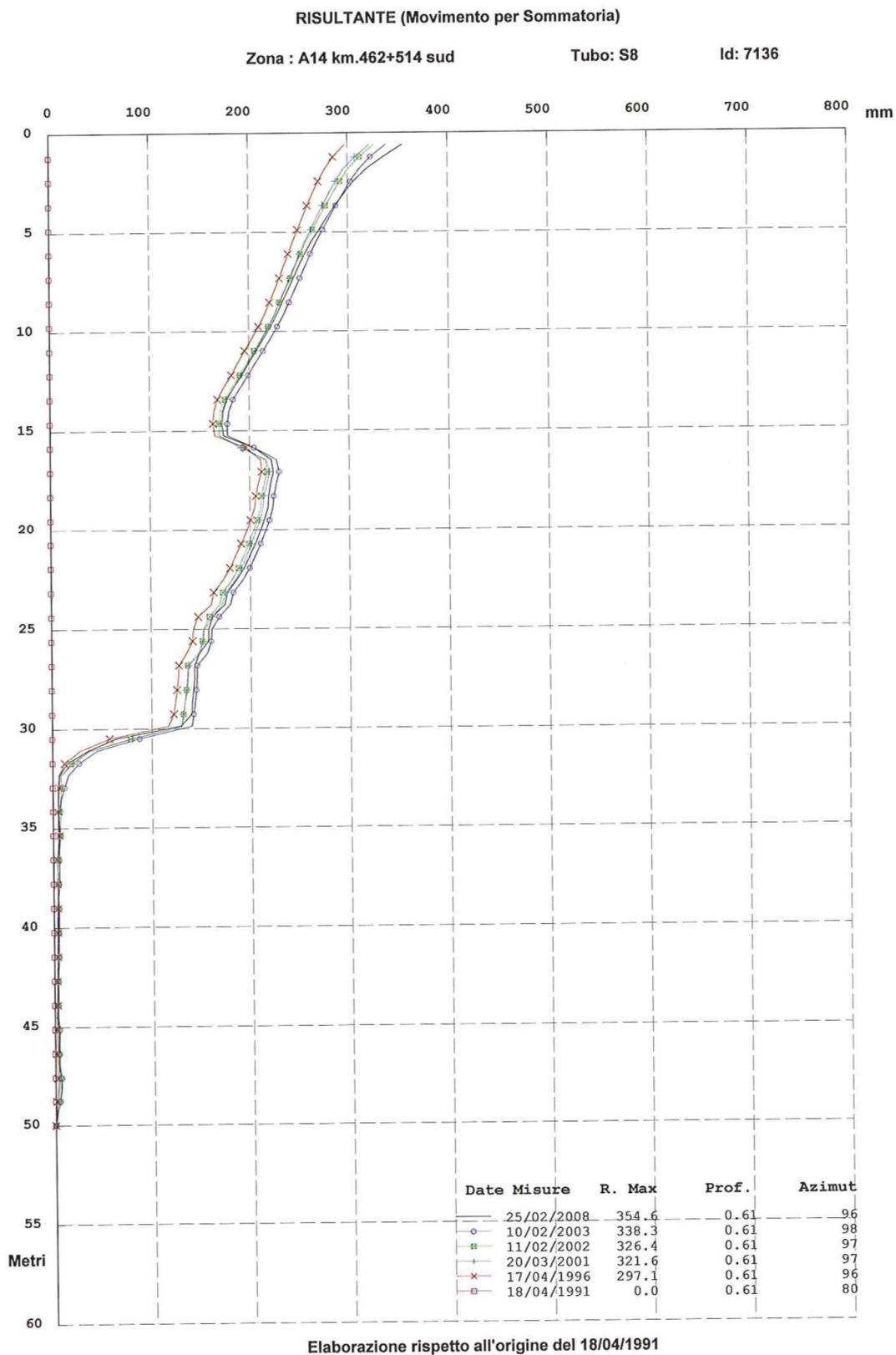


Figura 18: Viadotto Cacchione – Letture manuali all’Inclinometro S8 nel periodo 1991-2008

AZIMUT (Angolo tra Movimento Sommatoria ed EST in senso antiorario)

Zona : A14 km.462+514 sud

Tubo: S8

Id: 7136

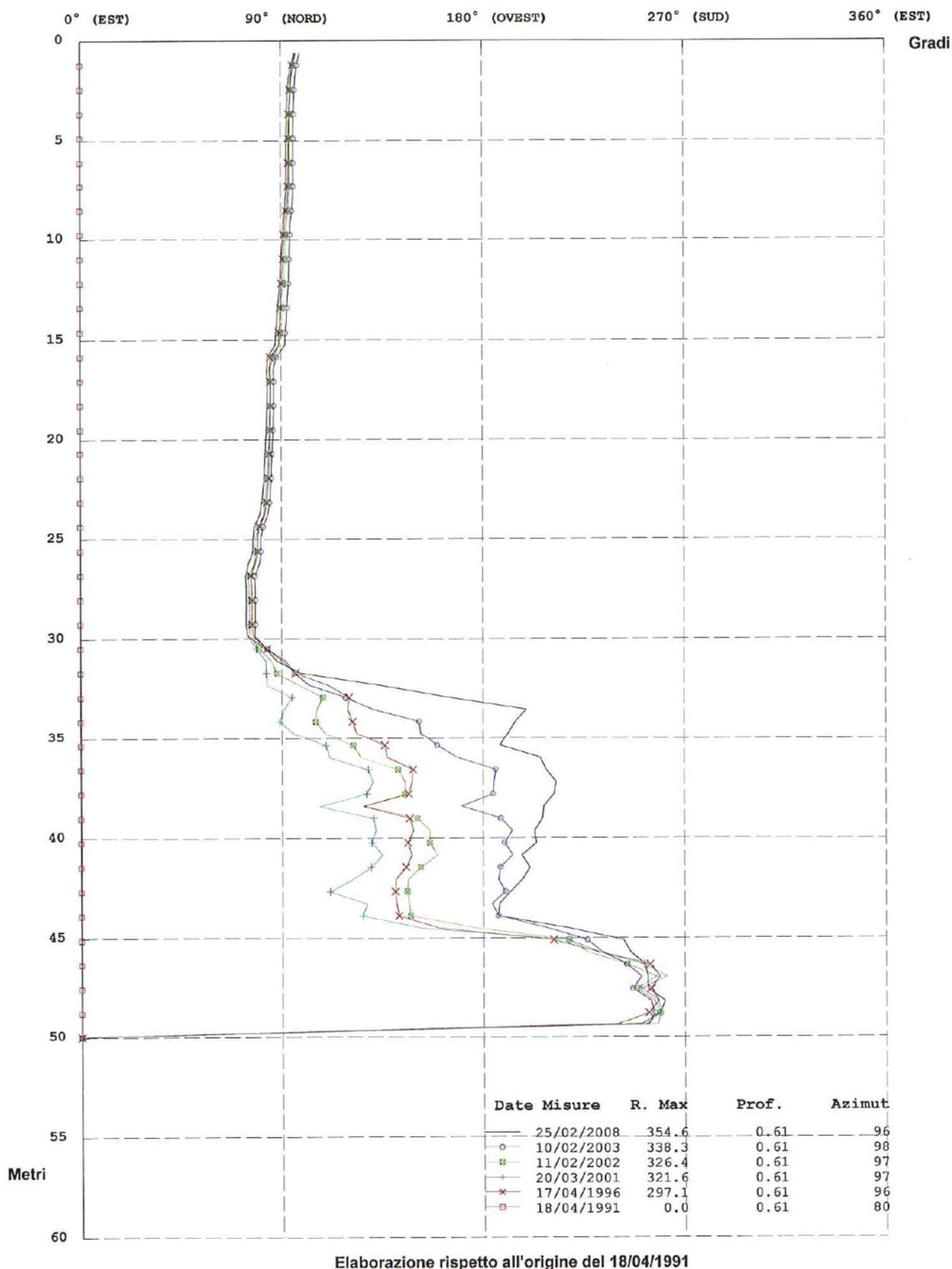
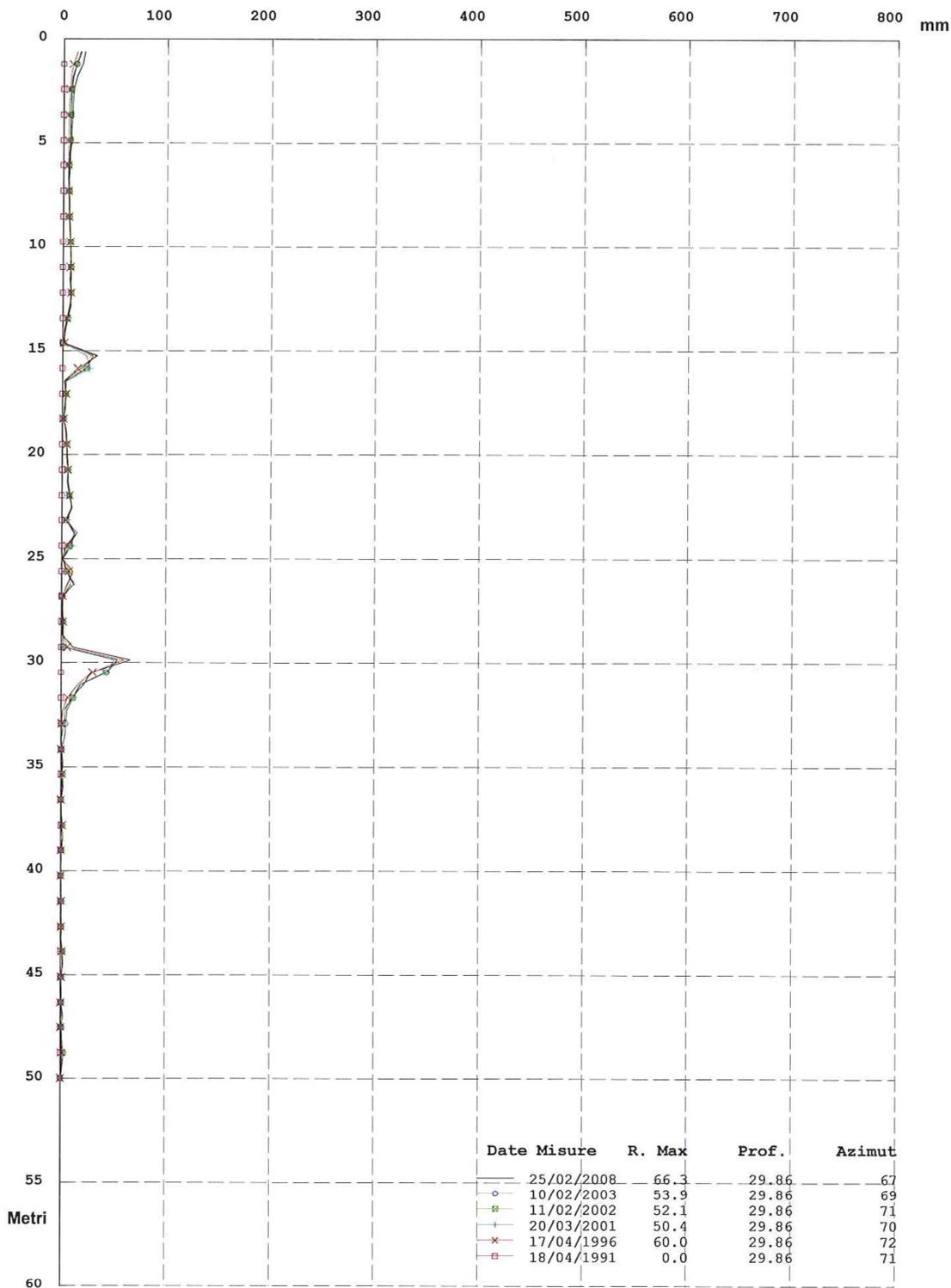


Figura 19: Viadotto Cacchione – Letture manuali all’Inclinometro S8 nel periodo 1991-2008

RISULTANTE (Movimento per Punti Rispetto all'Origine)

Zona : A14 km.462+514 sud Tubo: S8 Id: 7136



Elaborazione rispetto all'origine del 18/04/1991

Figura 20: Viadotto Cacchione – Letture manuali all’Inclinometro S8 nel periodo 1991-2008

AZIMUT (Angolo della Risultante per Punti con l' EST in senso Antiorario)

Zona : A14 km.462+514 sud

Tubo: S8

Id: 7136

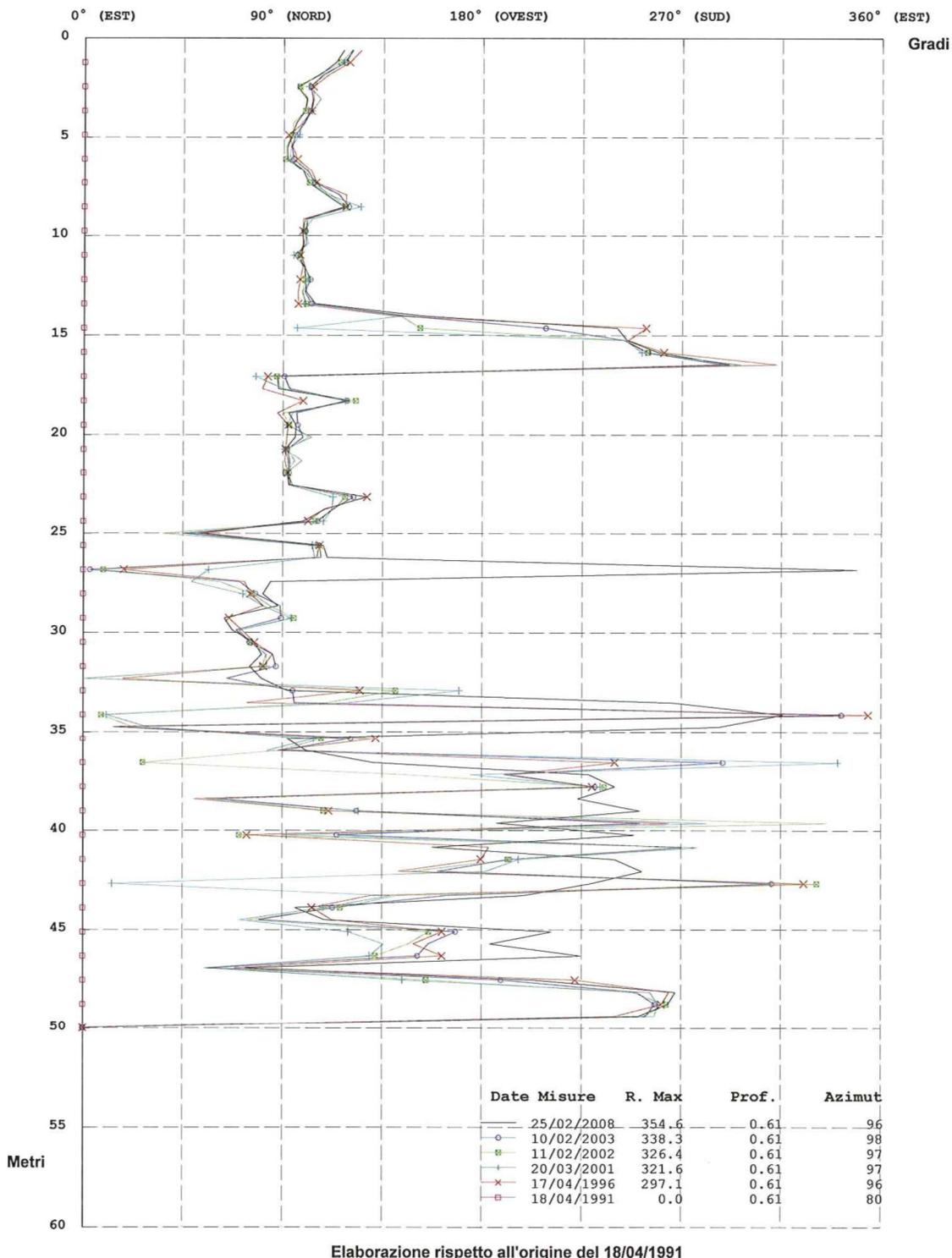


Figura 21: Viadotto Cacchione – Letture manuali all'Inclinometro S8 nel periodo 1991-2008

In aggiunta alle informazioni strumentali sopra richiamate risultano molto significative anche tutte le osservazioni fotografiche raccolte a seguito delle due ultime riattivazioni dei movimenti franosi del 2009 e 2015, sintetizzate nei documenti Doc.Ref.[5] e Doc.Ref.[6] rispettivamente. Tra le varie informazioni fotografico-documentali disponibili si ripropongono in questa sede solo quelle relative alle lesioni manifestatesi nella pavimentazione autostradale a seguito della riattivazione del 2015 nel tratto di rilevato/mezzacosta tra il Viadotto Cacchione ed il Viadotto Marinella; si tratta in particolare di una serie di lesioni formatesi in direzione trasversale all'autostrada (Figura 22 e Figura 23), di cui quelle di maggiore ampiezza e sconnesione risultavano ubicate a 70m circa dalla Spalla Bari del Viadotto Cacchione in Carreggiata Sud (lesioni "D6" - Figura 23 e Figura 24) e a 55m circa dalla stessa spalla in Carreggiata Nord (lesione "S5" - Figura 23 e Figura 25). Infine, la Figura 26 raccoglie le fotografie delle lesioni "S1", "S2", "S3" ed "S4" manifestatesi in Carreggiata Nord, a Sud della Spalla Bari del Viadotto Cacchione. Tutte le lesioni evidenziate nella Figura 22 e nelle figure successive erano caratterizzate da un "gradino" (sconnessione) con abbassamento della sede autostradale procedendo dal Viadotto Cacchione verso il Viadotto Marinella; oggi è ben visibile anche ad occhio nudo un leggero avvallamento della sede autostradale subito a Sud della Spalla Bari del Viadotto Cacchione.

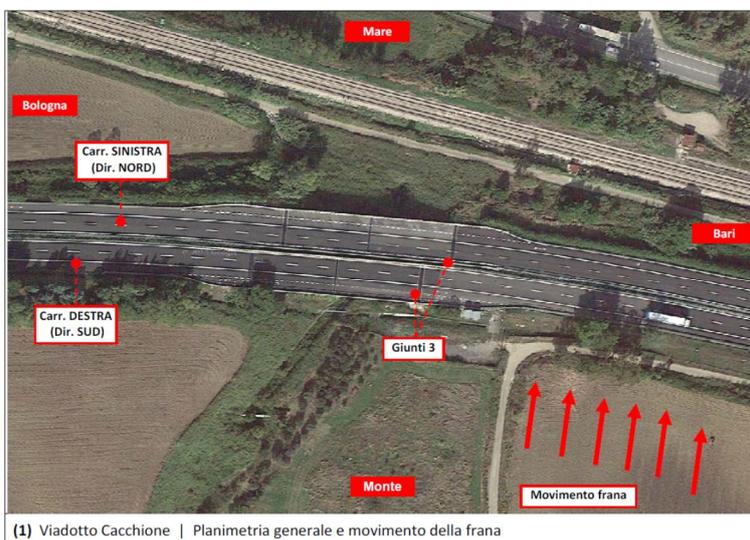


Figura 22: Viadotto Cacchione – Riattivazione 2015: Planimetria generale e movimento della frana

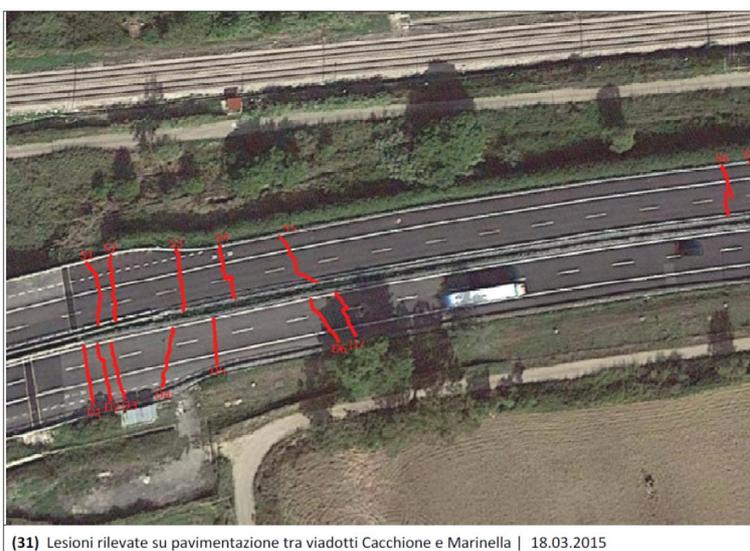


Figura 23: Viadotto Cacchione – Riattivazione 2015: Lesioni nella pavimentazione stradale nel tratto di rilevato compreso tra il Viadotto Cacchione ed il Viadotto Marinella



(34) Lesione D6 - Panoramica

(35) Lesione D6 - Slittamento tra fronti della lesione



(36) Lesione D6 - Apertura lesione

(37) Lesione D6 - Altezza

Figura 24: Viadotto Cacchione – Riattivazione 2015: Lesioni nella pavimentazione stradale nel tratto di rilevato/mezzacosta compreso tra il Viadotto Cacchione ed il Viadotto Marinella (Lesione “D6” in Carreggiata Sud a 70m circa dalla Spalla Bari del viadotto)

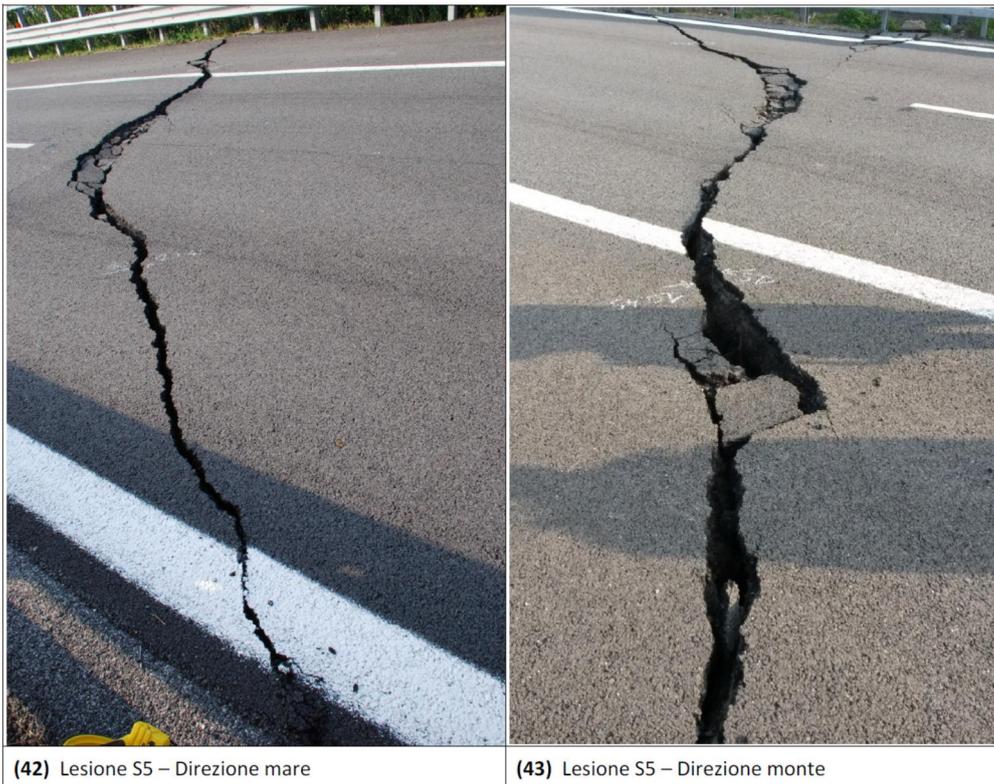


Figura 25: Viadotto Cacchione – Riattivazione 2015: Lesioni nella pavimentazione stradale nel tratto di rilevato/mezzacosta compreso tra il Viadotto Cacchione ed il Viadotto Marinella (Lesione “S5” in Carreggiata Nord a 55m circa dalla Spalla Bari del viadotto)

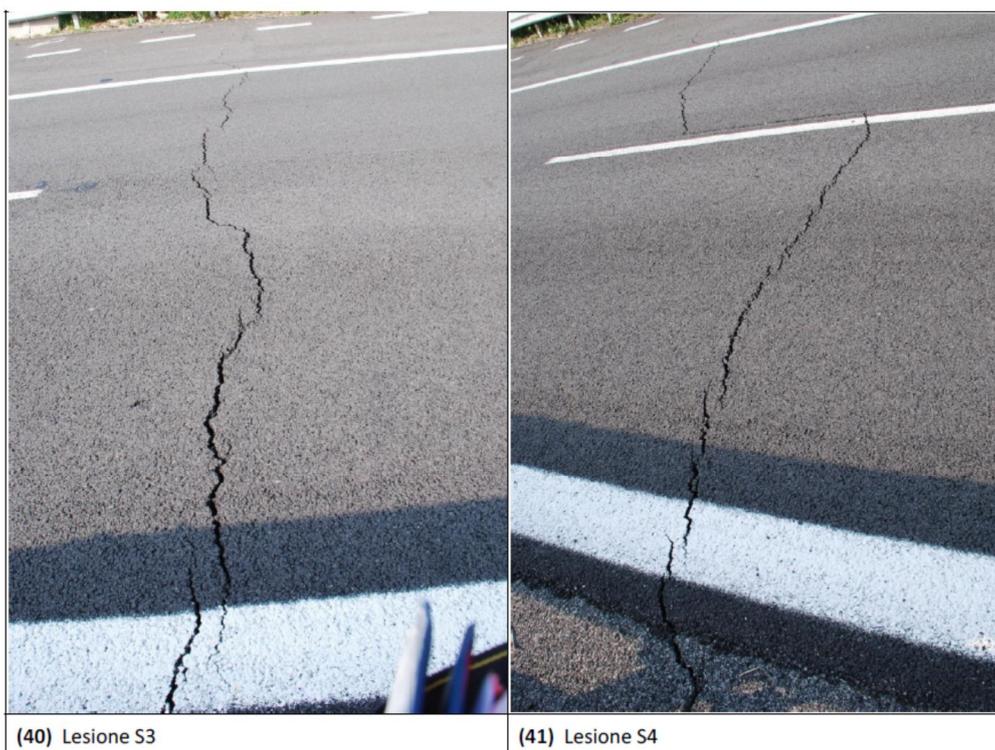
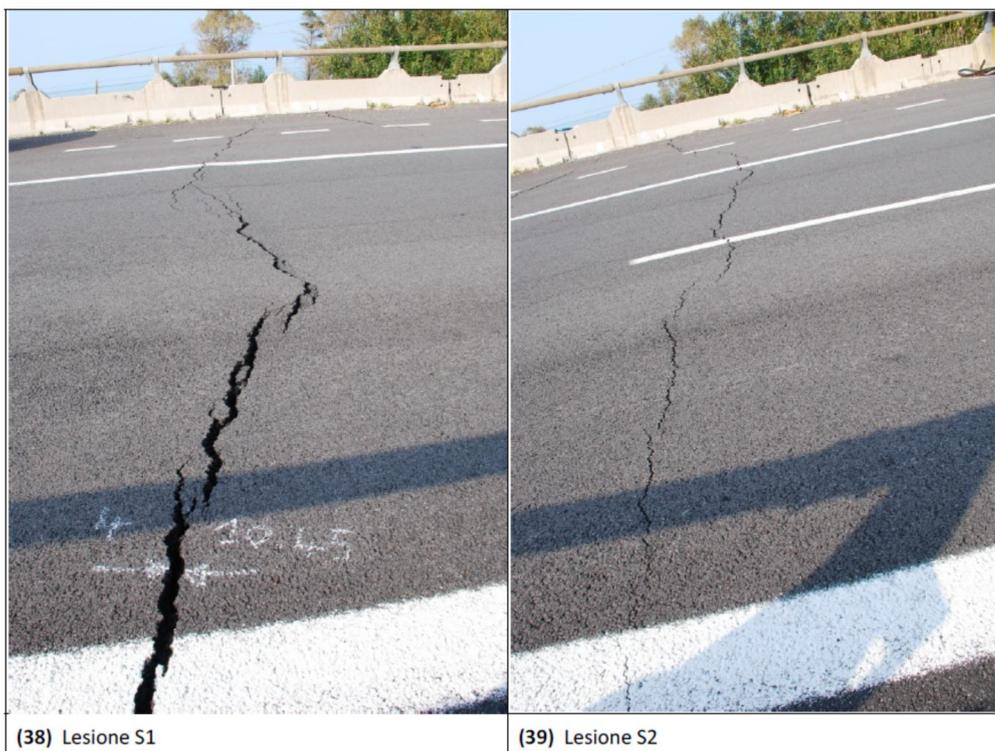


Figura 26: Viadotto Cacchione – Riattivazione 2015: Lesioni nella pavimentazione stradale nel tratto di rilevato/mezzacosta compreso tra il Viadotto Cacchione ed il Viadotto Marinella (Lesioni “S1”, “S2”, “S3” ed “S4” in Carreggiata Nord)

10 DESCRIZIONE DELL'ADEGUAMENTO DELLA SEDE AUTOSTRADALE

L'adeguamento della sede autostradale del Viadotto Cacchione prevede la sostituzione di entrambe le campate del viadotto (Spalla Bologna-Pila centrale e Pila Centrale-Spalla Bari) con un nuovo rilevato stradale.

I quattro impalcati (due in Carreggiata Nord e due in Carreggiata Sud) verranno completamente demoliti, così come le due pile centrali e, parzialmente, le spalle lato Bologna e lato Bari (quel che basta per permettere la ricostruzione del pacchetto stradale; una demolizione completa richiederebbe infatti la realizzazione di opere di presidio per sostenere i rilevati autostradali di approccio al viadotto).

La realizzazione del nuovo rilevato stradale richiede la costruzione di un tombino idraulico per il Fosso Cacchione (la scelta progettuale è ricaduta su una tubazione di tipo "ARMCO" del diametro di 5 m).

Il nuovo rilevato autostradale, che sostituirà il Viadotto Cacchione, è caratterizzato da altezze lato mare variabili tra 7.5m c.a. (Spalla lato Bologna) e 5.5m ca. (Spalla lato Bari); tali altezze fanno riferimento alla quota di progetto dell'area a valle della sede autostradale (lato mare) nella sua configurazione finale (ossia regolarizzata alla +12 m s.l.m.m.).

La pendenza trasversale del terreno naturale al di sotto dell'impronta del nuovo rilevato è dell'ordine di 2÷5°.

L'attuale rilevato autostradale di approccio alla Spalla Bologna del Viadotto Cacchione è caratterizzato da una pendenza media pari a 1:2 (Verticale:Orizzontale) mentre nel tratto di approccio alla Spalla Bari è caratterizzato (lato mare) da una pendenza media pari a 1:3 (Verticale:Orizzontale).

La geometria del nuovo rilevato autostradale e la sua stabilizzazione lato mare sono stati definiti tenendo conto di quanto segue:

- Altezze del nuovo rilevato, in particolare lato mare (5.5-7.5m).
- Pendenze attuali dei rilevati di approccio al Viadotto Cacchione, lato Bologna (1:2) e lato Bari (1:3).
- Criteri di progettazione e tipologia di interventi già prospettati a suo tempo nell'ambito del "Progetto di realizzazione di una bretella autostradale in località Petacciato (CB) tra il Km.461+938 e il Km.463+576". In particolare, considerato il lungo iter progettuale del Progetto sopra menzionato, la serie di istruttorie a cui esso è stato sottoposto nel tempo (compresi i pareri e prescrizioni della Commissione Tecnico-Scientifica presieduta dai proff. Vincenzo Cotecchia e Gregorio Melidoro istituita dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri) e le condizioni geomorfologiche similari, si è ritenuto opportuno adottare lo stesso approccio progettuale del tratto di bretella che "affiancava", lato monte, il Viadotto Cacchione.

Sulla base dei criteri sopra esposti, il nuovo rilevato autostradale è conformato con pendenze non superiori a 1:2 (Verticale:Orizzontale) e stabilizzato lato mare con 35 setti di diaframma larghi 1.0m, lunghi 3.0m e profondi 25m; i setti sono disposti "a coltello" (asse maggiore perpendicolare rispetto all'asse stradale) con interasse di 2.25m ed intestati alla quota +12.0 m s.l.m.m. I setti di diaframma sono collegati in sommità da una trave di coronamento alta 1.0m e larga 3.5m, su cui si innesta un paramento verticale alto 3.5m e largo 0.70m. La trave di coronamento presenta dei giunti ogni 9m (ogni quattro diaframmi). Il paramento verticale prevede dei barbacani per lo scarico di eventuali acque di infiltrazione.

Il nuovo rilevato autostradale sarà soggetto a cedimenti decimetrici, differiti nel tempo essendo impostato su terreni a grana fine, comportando quindi interventi di manutenzione programmata di ripristino della livelletta autostradale nel tempo.

Nella costruzione del nuovo rilevato si adotteranno accorgimenti costruttivi tali da mantenere il piano di posa e il corpo dei rilevati non influenzati da fenomeni di filtrazione dell'acqua di falda.

Il nuovo tombino idraulico del Fosso Cacchione avrà uno sviluppo rettilineo ed attraverserà in obliquo il nuovo rilevato autostradale.

Il corso attuale del fosso viene quindi rettificato per evitare "gomiti" all'interno del corpo di rilevato che possano ulteriormente amplificare eventuali stati di sforzo e deformazione differenziati a seguito della riattivazione dei movimenti franosi o di sisma.

Il passaggio in obliquo sotto la sede autostradale è vincolato verso mare dalla posizione dell'attuale caditoia del tombino idraulico che sottopassa la ferrovia e verso monte dall'attuale posizione del fosso, avendo in questa sede escluso interventi (significativi) di modifica del suo corso a monte per poterlo indirizzare ad un attraversamento in retto della sede autostradale.

Le dimensioni interne del nuovo tombino idraulico sono state definite tenendo conto di quanto segue:

- Luce sufficientemente ampia per permettere il deflusso delle acque anche in presenza di trascinarsi di resti vegetali (arbusti principalmente).
- Luce sufficientemente ampia per permettere una facile ispezione e manutenzione.
- Luce sufficientemente ampia per permettere il deflusso delle portate di piena afferenti dal bacino imbrifero sotteso dal Fosso Cacchione nel rispetto delle prescrizioni definite nell'Allegato 1 alle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Biferno e Minori (2017), tenendo conto di un ulteriore sovradimensionamento dovuto al trasporto solido.

È prevista inoltre la costruzione di una vasca a monte del nuovo rilevato autostradale, avente lo scopo di raccogliere e meglio convogliare le acque del Fosso Cacchione nel tombino idraulico che sottopasserà la nuova sede autostradale. La vasca in oggetto presenta un ribasso di 50cm rispetto all'attuale fondo fosso al fine di consentire la sedimentazione di parte del trasporto solido della corrente. È prevista anche una rampa in discesa di accesso alla vasca da monte, al fine di permetterne le regolari ispezioni e manutenzioni.

Tutte le canalette e canali esistenti saranno "riadeguati" o ricostruiti, permettendo il convogliamento delle acque da loro raccolte o nella vasca a monte o nella caditoia a valle del nuovo rilevato autostradale.

Per quanto riguarda la piattaforma stradale, attualmente le carreggiate sono caratterizzate da una larghezza di circa 10.50m, con corsie di marcia da circa 3.70m ed una corsia di emergenza di larghezza maggiore di 3m. Sono presenti inoltre al margine interno banchine di larghezza variabile tra 30 e 60cm ed al margine esterno due piazzole di sosta di larghezza compresa tra 3.0m e 3.50m. Lo spartitraffico presenta una larghezza dell'ordine di 2.80m. Ne consegue che la larghezza complessiva della piattaforma autostradale esistente è di circa 31.80m

In termini di sezione tipo di progetto, la realizzazione del nuovo rilevato garantirà una larghezza di piattaforma di complessivi 32.70m, con cui vengono sostanzialmente regolarizzate le dimensioni degli elementi attuali, tenuto conto anche di quanto riscontrabile ai margini dell'intervento con cui è necessario ricordarsi, ovvero: spartitraffico da 2.80m, banchine interne da 0.50m, corsie di marcia da 3.75m, corsie di emergenza da 3.50m. Contestualmente nella zona di sostituzione del viadotto è previsto di incrementare leggermente le dimensioni del pavimentato esistente in corrispondenza delle attuali piazzole allo scopo di predisporre la sezione pavimentata nel suo complesso per un possibile ampliamento alla 3° corsia di marcia e corsia di emergenza (a calibri standard DM2001), da cui la piattaforma complessiva di 32.70m sopra citata.

Si sottolinea che, al netto della regolarizzazione dei calibri e della predisposizione per il futuro ampliamento sopra descritte, dal punto di vista del tracciamento plano-altimetrico delle due carreggiate autostradali il progetto non introduce alcuna modifica nell'andamento attuale dell'autostrada; ne consegue che gli elementi plano-altimetrici di tracciamento presentati all'interno degli elaborati grafici mirano semplicemente a ricostruire nella maniera più aderente possibile l'andamento dell'autostrada esistente, che quindi, al netto delle inevitabili approssimazioni centimetriche risultanti da questa operazione, risulta conservata nelle sue geometrie d'asse.

La nuova pavimentazione sarà costituita da 4cm di usura, 5cm di binder, 20cm di strato di base, 20 cm di fondazione legata in misto cementato e 20 cm di fondazione non legata in misto granulare.

Il nuovo rilevato comporterà inoltre la posa di nuove barriere di sicurezza: per quelle installate in spartitraffico è previsto l'impiego di barriera metallica bifilare di classe H4 di tipo infisso (la scelta operata in termini di materiale e di classe di contenimento è stata operata, in ragione anche dell'estensione limitata dell'intervento, circa 190m, in considerazione della presenza di barriere del tutto analoghe nei tratti adiacenti, dove è installata la barriera metallica bifilare da spartitraffico classe H4 di Autostrade S.p.A. modello "BROH4-1 e nell'ottica di limitare le transizioni, in linea con il criterio di uniformità di cui all'art.6 del D.M. 21.06.2004), mentre per quelle laterali è previsto l'impiego di barriera metallica bifilare di classe H3 di tipo infisso (anche in questo caso la scelta operata in termini di materiale e di classe di contenimento è stata operata, in ragione anche dell'estensione limitata dell'intervento, circa 190m, in considerazione della presenza di barriere del tutto analoghe nei tratti adiacenti, dove è installata la barriera metallica da bordo laterale classe H3 di Autostrade S.p.A. modello "BROH3BL6", e nell'ottica di limitare le transizioni, in linea con il criterio di uniformità di cui all'art.6 del D.M. 21.06.2004).

11 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATIVO

Il sistema di monitoraggio dovrà essere installato contestualmente alla realizzazione dell'intervento di adeguamento della sede autostradale, essendo la fattibilità stessa del progetto legata esclusivamente alla possibilità di poter garantire la sicurezza della nuova infrastruttura stradale mediante tale sistema.

L'obiettivo principale del monitoraggio integrativo sarà quello di individuare eventuali spostamenti del versante sul quale verrà realizzato il rilevato in sostituzione dell'attuale viadotto Cacchione; in virtù della presenza del movimento franoso, verrà prevista l'installazione di strumentazione per l'acquisizione in continuo di misure.

Il sistema andrà ad integrare la strumentazione già installata in loco: si prevede di installare stazioni GNSS per il rilievo di movimento superficiali, catene inclinometriche fisse per monitorare spostamenti profondi e piezometri elettrici per misurare la profondità delle falde acquifere.

11.1 GENERALITÀ

Il sistema di monitoraggio prevede la realizzazione di n.3 verticali strumentate "complete" per l'acquisizione in automatico ed in continuo dei dati. Per verticale "completa" si intende un sistema in grado di monitorare contemporaneamente spostamenti superficiali, spostamenti profondi e livelli piezometrici (Figura 27).

Ogni verticale è costituita pertanto da:

- n. 1 ricevitore GNSS ("Global Navigation Satellite System);
- n. 1 tubo inclinometrico strumentato con catena inclinometrica fissa;
- n. 1 piezometro elettrico letto in continuo.

Il sistema di monitoraggio così concepito permetterà il controllo in tempo reale degli spostamenti e dei livelli piezometrici; il confronto di tali valori con i "livelli di soglia" (che saranno definiti in dettaglio in sede di progettazione esecutiva) consentiranno l'attivazione del protocollo di gestione dell'emergenze attualmente in fase di adozione da parte della Direzione di Tronco. In tal modo sarà possibile garantire la sicurezza dell'infrastruttura stradale in caso di riattivazione dei movimenti franosi.

In loco risulta attualmente già installata ed operativa la seguente strumentazione:

- n. 2 verticali composte ciascuna da una catena inclinometrica e un piezometro (AI5T, PZAI5T e S8BIS, PZ8BIS);
- n. 1 piezometro letto in continuo (PZ1-1bis-1ter);
- n. 3 inclinometri letti in manuale (I1, I1BIS, I2).

Pertanto, per ottenere le tre verticali strumentate "complete", volendo preservare la strumentazione esistente, si prevede l'installazione di:

-n. 2 ricevitori GNSS dotati di centralina per la raccolta e trasmissione dati in continuo (GNSS1, GNSS2, GNSS3);

-n. 1 verticale strumentata composta da un tubo inclinometro (SN1) di profondità 50 m, n. 20 m complessivi di sonde inclinometriche fisse carrellate biassiali da dislocare in profondità in corrispondenza delle superfici di scorrimento da monitorare e un tubo piezometrico (PZN1) di 25 m di profondità strumentato per il rilievo e l'invio dati in continuo.

Il sistema GNSS sarà completato da una quarta antenna GNSS che verrà installata al di fuori del versante in frana, per consentire la materializzazione di un caposaldo topografico da utilizzare come riferimento per la determinazione della posizione assoluta delle 3 antenne installate sul versante.

La posizione della quarta antenna verrà definita in sede di progettazione esecutiva.

La scelta di strumentazione GNSS per le misure topografiche in continuo, in luogo di stazioni totali TPS, è dovuta alla difficile localizzazione in sito di postazioni atte all'installazione di capisaldi fissi per il posizionamento dello strumento.

Come si evince dalla Figura 28, l'estensione del corpo di frana è talmente ampia da non consentire l'installazione in posizione traguardabile con una stazione totale di punti caposaldo.



Figura 27 – posizione indicativa delle installazioni (riquadrate in ciano le nuove installazioni)

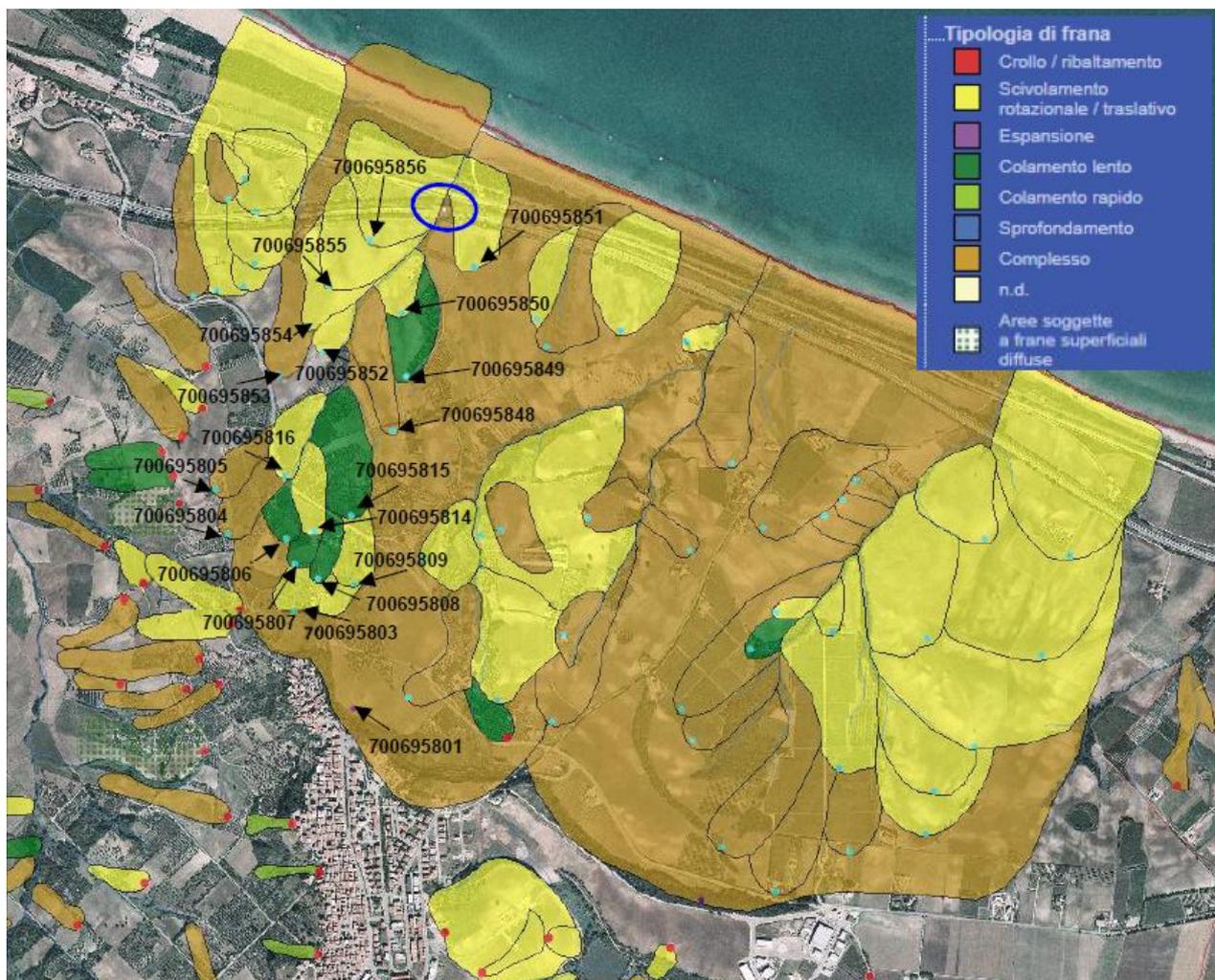


Figura 28 – estensione corpo di frana (cerchiato in blu il sito di intervento)

11.2 REQUISITI MINIMI SISTEMA DI MONITORAGGIO GNSS

Ricevitore Geodetico GNSS

Il ricevitore deve poter essere interfacciato e quindi controllato da remoto mediante i più svariati e moderni sistemi di comunicazione attualmente utilizzati.

E' necessario che sia adatto a lavorare in condizioni ambientali critiche resistendo ad ampi range di temperatura operativa (- 40°C - +65°C) e che sia impermeabile (standard IP67).

Il ricevitore deve poter operare ed essere gestito in connessione diretta, senza l'ausilio di connessioni intermedie ad un computer locale.

Campionamento dati e intervallo di registrazione

- Campionamento dati a 1 Hz;
- Intervallo di registrazione selezionabile;
- Incremento selezionabile fra : 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 10 / 12 / 15 / 20 / 30 / 60 / 120 / 180 / 240 / 300 sec.;
- Tempo di latenza minore di 0.03 secondi.

Possibilità di Ricezione dei segnali dalle costellazioni GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU e QZSS

- GPS L1, L2, L2C, L5 misure di codice e di fase completamente indipendenti per tutte le frequenze; fase portante, Codice (C/A, P, Codice C);
- GLONASS L1, L2 misure di codice e di fase completamente indipendenti per tutte le frequenze; , Fase portante, Codice (C/A, Codice P ristretto);
- GALILEO E1, E5a, E5b Alt-BOC, (E5a+b), (in futuro E6) misure di codice e di fase completamente indipendenti per tutte le frequenze; , Fase portante, Codice
- BEIDOU B1 B2 (in futuro B3);
- QZSS L1 L2 L5;
- SBAS 4 canali (WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS);
- Capacità di acquisizione di tutti i satelliti in vista con un angolo di elevazione maggiore di 0° (zero) gradi

Possibilità di trasmissione al centro di controllo in tempo reale dei dati di codice e di fase

- Trasmissione dato grezzo (raw data)
- Trasmissione dati in formato STANDARD RTCM
- Uscita dati mediante formato ASCII standard internazionale

Il ricevitore è dotato della seguenti Interfacce I/O:

- n.1 porta seriali bidirezionali RS232/UART per trasferimento dati rapido, fino a 115200 bps. Connettori LEMO-1, 8-pin/UART per connessione dati di backup o per connessione a dispositivi esterni come centraline meteo, inclinometri o strumenti sismici, ecoscandagli etc.

Le connessioni seriali possono essere utilizzate come connessioni di backup per il collegamento tra sensore e Centro di Controllo o per la connessione a un PC locale, una centralina meteo

Apparati di trasmissione in generale che utilizzano interfaccia seriale standard o che supportino i protocolli TCP/IP.

- n.1 porta USB Client
- n.1 porta per oscillatore esterno. Il ricevitore consente la ricezione di un segnale di sincronizzazione da una sorgente esterna (5/10 Mhz, orologio atomico) per mezzo della porta dedicata 24QMA-50-2-3/133, tramite l'interfaccia web disponibile sul ricevitore sarà possibile configurare e visualizzare lo stato dell'oscillatore.
- n.1 porta per Antenna esterna. Connettore TNC Hubert+Suhner
- Segnalazione automatica delle anomalie e malfunzionamenti al centro di controllo
- Il software del ricevitore dovrà consentire l'invio di segnalazioni tramite mail al centro di controllo e a degli indirizzi definiti, per il verificarsi di anomalie o assenza di alimentazione elettrica, impostate dall'utente
- Tutte le componenti della SP eseguono un riavvio automatico in seguito a caduta di corrente con la medesima configurazione presente prima dello spegnimento forzato.

Tutti i punti GPS in frana sono in modalità "Rover", ovvero collegati ad internet tramite router UMTS. I GPS verranno configurati per eseguire la registrazione del dato satellitare sulla propria scheda di memoria.

La postazione Master (esterna alla frana) è dotata di PC industriale, anch'essa collegata tramite router UMTS ad internet. In questo modo il SW che gestisce i GPS può ricevere dai vari Rover i dati registrati agli orari prefissati, processare l'informazione ricevuta e archivarla in database SQL. Questa configurazione permette di conservare i dati acquisiti anche in assenza momentanea della connessione ad internet.

Sul server dell'utente finale, verranno installati i software di calcolo e graficizzazione con i dati recuperati direttamente dal DataBase SQL.

11.3 COLONNA MULTIPARAMETRICA

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche della colonna multiparametrica:

- tubo inclinometrico inox AISI 304 complete di giunti a conservazione di azimut a perfetta tenuta;
- sensori inclinometrici biassiali digitale RANGE MISURA (deg)=+/- 10-20°, RIPETIBILITA' (deg) = +/- 0,01° - sensori di temperatura, range -55/+150°, risoluzione 0.1°;
- piezometro digitale RANGE MISURA (psi) = 0-100, RISOLUZIONE (m.) = 0.01, RIPETIBILITA' (% F.S.) = 0.02 ; completo di filtro microporoso in bronzo sinterizzato;
- bussola digitale accuratezza 1°;
- schede di controllo locale dotate di interfaccia digitale RS 485;
- n. 1 unità di controllo di superficie abilitata per la gestione automatica di soglie di allertamento con teletrasmissione dati GSM;

n. 1 impianto di alimentazione fotovoltaico autonomo corredato di batteria tampone, compreso regolatore di carica,

12 OPERE A VERDE

Le opere a verde previste hanno l'obiettivo di integrare le opere di progetto con il contesto ambientale, considerando quindi non solo gli aspetti paesaggistici, ma anche quelli ecologici e di recupero ambientale.

Le opere a verde previste sono state raggruppate, sulla base delle funzioni prevalenti che svolgono, in:

- Interventi di inserimento ambientale del rilevato in progetto attraverso la formazione di una **macchia arbustiva autoctona**;
- Funzione antiersosiva del versante e di inserimento ambientale con la costituzione di un **prato polifita da idrosemina**.

Macchia arbustiva eliofila (MArb)

Arbusti misti in gruppo (n. 8). Lo schema tipologico in questione è costituito da quattro specie di arbusti impiantati a gruppi di 8 elementi con sesto di impianto di 2 m. Le specie di arbusti previste, e le quantità per schema di impianto, sono le seguenti:

Tabella 12-1: MArb1-2 Macchia arbustiva eliofila

MArb1-2 MACCHIA ARBUSTIVA ELIOFILA di 787 mq - MODULO da 32 mq					
COD .	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	NUM./MOD .	N. TOT	CARATTERISTICHE ALLA MESSA A DIMORA
JC2	Juniperus communis	Ginepro	2	50	In vaso da 18 lt
MC2	Myrtus communis	Mirto	2	50	In vaso da 7 lt
PL1	Phillyrea latifolia	Ilatro comune	1	25	In vaso da 18 lt
RC1	Rosa canina	Rosa canina	1	25	In vaso da 2 lt
SJ2	Spartium junceum	Ginestra	2	50	In vaso da 7 lt
TOT			8	200	

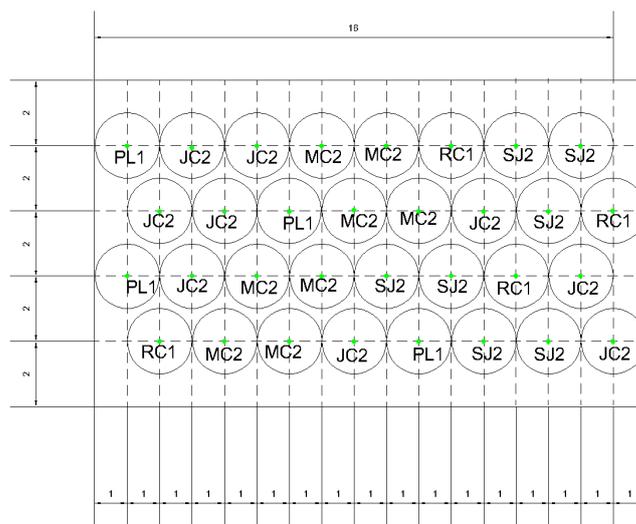


Figura 29 – Abaco degli interventi

L'utilizzo di più specie consente una maggiore diversificazione e quindi un aumento complessivo della biodiversità vegetazionale.

Prato polifita (PR)

Nelle aree previste a prato, la scelta delle sementi erbacee è stata definita, oltre che dei criteri ecologici, anche tenendo conto della capacità colonizzatrice, di formare un rivestimento rapido e continuo e di migliorare il terreno, dando garanzie di longevità e stabilità nel tempo. Il prato polifita viene localizzato nelle aree in cui bisogna garantire la visibilità ai veicoli in manovra o in transito. Il Prato polifita che verrà utilizzato avrà la seguente composizione media, finalizzata ad attecchire anche in situazioni di forte aridità:

Graminacee (70%)

- Cynodon dactylon (Gramigna) 15%
- Brachypodium pinnatum (Paleo comune) 10%
- Bromus madritensis (Forasacco dei muri) 15%
- Festuca arundinacea (Festuca) 15%
- Poa bulbosa (Fienarola bulbosa) 15%

Leguminose (30%)

- Anthyllis vulneraria (Vulneraria comune) 10%
- Coronilla varia (Cornetta ginestrina) 10%
- Trifolium pratense (Trifoglio violetto) 10%

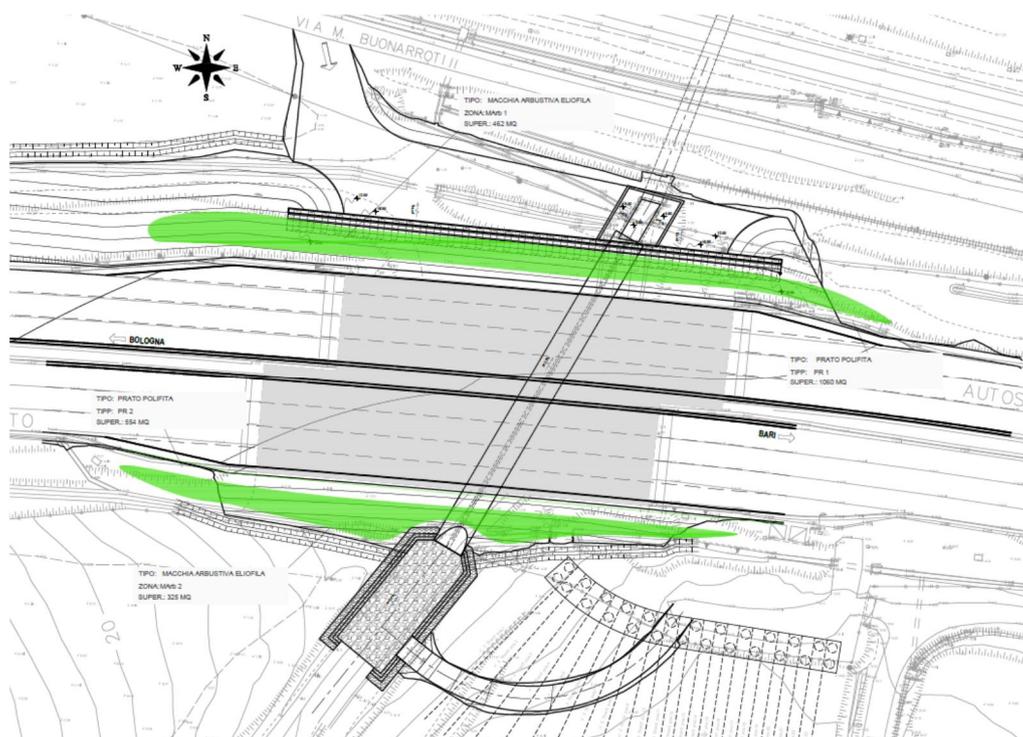
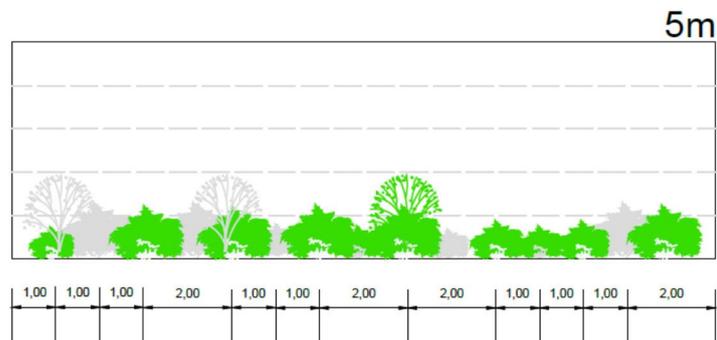


Figura 30 – Opere a verde

MArb1-2 Macchia arbustiva eliofila in messa a dimora



MArb1-2 Macchia arbustiva eliofila dopo 15 anni

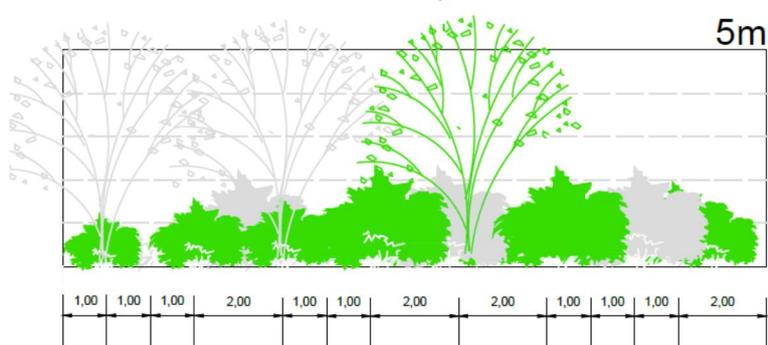


Figura 31 – Macchia arbustiva eliofila

13 ANALISI DI COERENZA DEL PROGETTO CON LA PIANIFICAZIONE

L'analisi della pianificazione vigente è stata articolata secondo varie scale di approfondimento, da ambiti territoriali più estesi fino all'ambito comunale. In particolare sono stati analizzati i seguenti strumenti:

- Piano Territoriale Paesistico – Ambientale Regionale (P.T.P.A.A.V.) della Regione Molise
- Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP) della Provincia di Campobasso
- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Autorità di bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)
- Piano Regolatore Comunale (PRG) del comune di Petacciato

L'intervento di demolizione del viadotto Cacchione e di sostituzione con rilevato si propone di mitigare gli effetti indotti sulla viabilità autostradale dal periodico riattivarsi dei movimenti franosi che si estendono dall'abitato di Petacciato fino oltre la linea di costa.

Tale aspetto critico viene evidenziato dagli strumenti di pianificazione analizzati; in particolare:

- Il P.T.P.A.A.V. evidenzia che l'ambito di studio ricade in "Aree ad eccezionale pericolosità geologica" (MG₁).
- Il P.T.C.P. riporta nella trattazione della matrice ambientale che tra i più importanti processi di evoluzione morfologica presenti nel territorio vi sono le frane classificabili come deformazioni gravitative profonde tra le quali vi è la frana di Petacciato. La "Carta della Pericolosità" inserita tra i documenti del P.T.C.P. come "Tavola di Analisi" della Componente Ambientale indica tutta l'area interessata dalla frana di Petacciato come classificata a "Pericolosità Elevata" da P.A.I.
- Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Biferno e Minori segnala su tutto il versante nord – orientale a valle dell'abitato di Petacciato, compresa la zona interessata dalle opere in progetto, la presenza di un'area classificata a pericolosità da frana elevata Pf2 e a rischio elevato R3;
- Il PRG ha aggiornato la Carta della Perimetrazione del movimento franoso a seguito dell'evento franoso del 18/03/2015 che ha coinvolto il Viadotto Cacchione

Rispetto alla componente paesaggistica, l'ambito di studio rientra all'interno dell'Area Vasta n. 1 "Basso Molise", a forte connotazione agricola, essendo il territorio caratterizzato dalla presenza di colture prevalentemente seminative, inframmezzati da uliveti e vigneti e da sporadiche macchie arboree di originaria vegetazione mediterranea.

L'ambito di studio è prossimo alla fascia costiera del comune di Petacciato, il cui paesaggio risulta fortemente condizionato dalla costruzione delle grandi arterie a carattere nazionale che la innervano: la Variante Litoranea alla S.S. 16; la "Ferrovia Bologna-Taranto" nonché l'Autostrada A14 su cui si inserisce il Viadotto.

Gli strumenti pianificatori presi in esame evidenziano la vicinanza del viadotto alla fascia del "Tratturo Magno l'Aquila – Foggia" (che interessa anche una porzione del tratto autostradale prossima al viadotto, in direzione di Bari). Tale fascia risulta compromessa dalla presenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie e, pertanto, non più leggibile nel territorio.

Il **Piano territoriale paesistico-ambientale**, approvato con Del.C.R. n°253 del 01/10/97, **inserisce il** comune di Petacciato, **nell'area vasta n.1 – Basso Molise** (unitamente ai comuni di Campomarino, Guglionesi, Montenero di Bisaccia, Portocannone, S. Giacomo degli Schiavoni, S. Martino in Pensilis e Termoli), caratterizzata dalle seguenti peculiarità:

- Caratteri fisico morfologici: fiumi, fossi, canali di bonifica
- Caratteri vegetazionali: siepi, filari, vegetazione ripariale
- Trame agro-silvopastorali: trame agricole (vigneti, frutteti, ...uliveti)
- Insediamenti storici e consolidati: insediamenti costieri, casali di bonifica, rete viaria

- Trasformazioni in atto: insediamenti produttivi, insediamenti industriali, insediamenti residenziale-turistici

In tale ambito, la “Carta della trasformabilità del territorio – Ambiti di progettazione e pianificazione paesistica esecutiva (04/1989)” del Piano individua, in particolare, “Aree ad eccezionale pericolosità geologica” (indicate come “MG1”) relative all’ambito della frana attiva per la quale, come precedentemente descritto, è necessario l’intervento oggetto della presente relazione.

Nella carta è, inoltre, 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”.

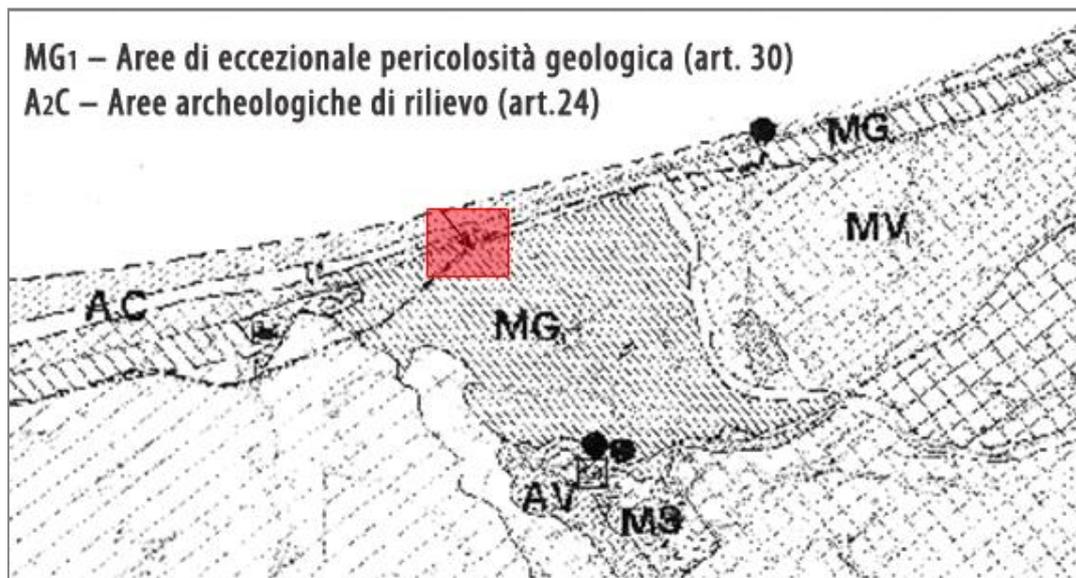


Figura 32 – Stralcio della “carta della trasformabilità del territorio - ambiti di progettazione e pianificazione paesistica esecutiva (04/1989)

L’ambito di studio è interessato dai seguenti elementi di vincolo/tutela:

- Area di interesse pubblico ai sensi dell’art. 136 del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i. relativa a “Zone ricadenti nei comuni di Montenero di Bisaccia, Campomarino e S. Giacomo degli Schiavoni e integrazione della dichiarazione di notevole interesse pubblico, di cui al decreto ministeriale 2 febbraio 1970, riguardante i comuni di Montenero di Bisaccia, Petacciato, Termoli e Campomarino” vincolata con D.M. 18 aprile 1985, così come modificato con D.M. 24 aprile 1990.
- fascia costiera, soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell’art. 142, comma 1, lett. a) del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i. “i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare”.

Il progetto in esame è quindi sottoposto a procedura di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell’art. 146 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.

Sotto il profilo ambientale il viadotto sul fiume Cacchione oggetto di eliminazione e sostituzione con rilevato risulta esterno, a circa 40 m, dal Sito di Importanza Comunitaria (SIC) IT7228221 “Foce Trigno – Marina di Petacciato”. Il progetto è quindi accompagnato dallo Studio per la Valutazione di Incidenza.

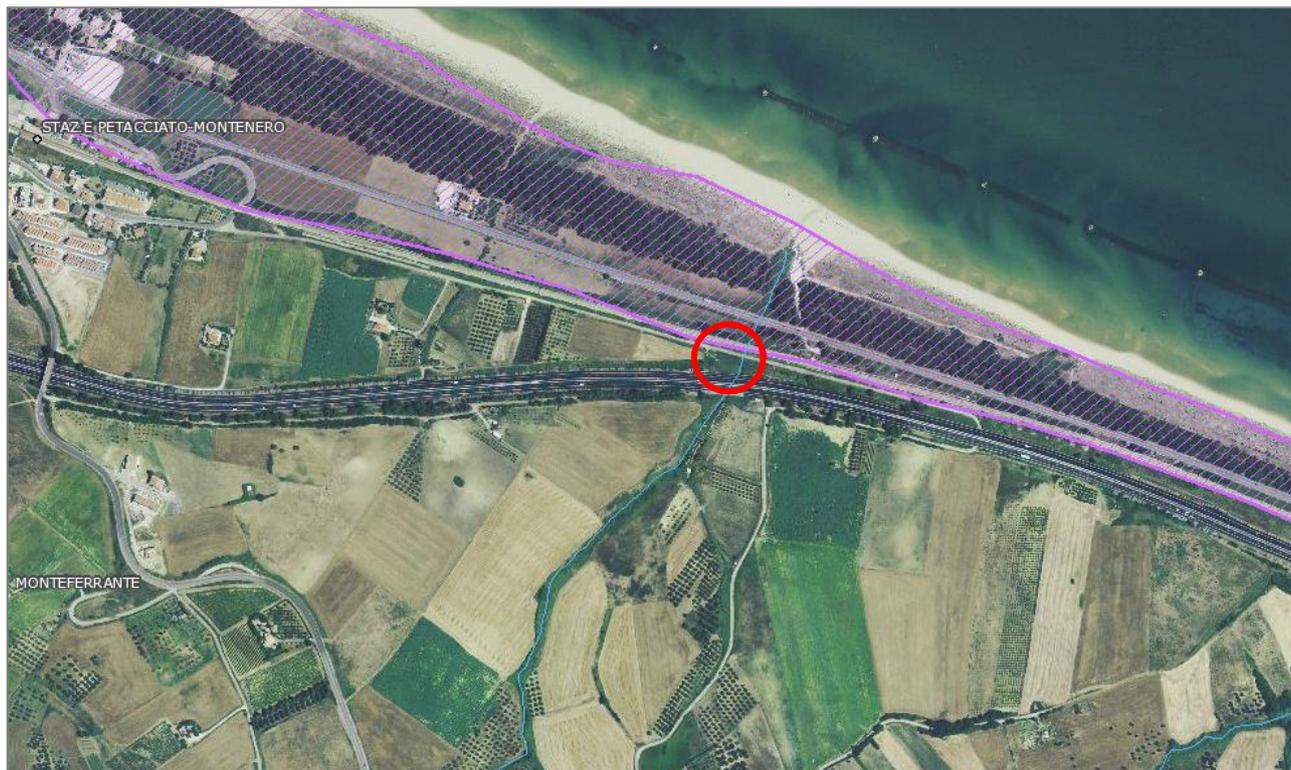


Figura 33 – Fonte: geoportale nazionale. Zoom dell'area di intervento con individuazione del perimetro del SIC Focce Trigno – Marina di Petacciato.

14 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO E DEI RIFIUTI

La gestione dei materiali da scavo del progetto in studio è improntato al riutilizzo degli scavi compatibilmente con le caratteristiche ambientali e geotecniche degli stessi e degli standard prestazionali previsti in progetto.

In particolare la gestione delle terre e rocce da scavo prodotte nell'ambito di attività di cantiere è disciplinata dal DLgs 152/2006 e s.m.i. e dal DPR 120/2017 le cui disposizioni ne permetterebbero la gestione e il riutilizzo come sottoprodotti.

Nel caso specifico si prevede però di non perseguire il riutilizzo degli scavi inquadrandoli come sottoprodotti, quindi ricorrendo a quanto disposto dal DPR 120/2017, per motivi logistici (disponibilità di spazi per il deposito temporaneo in attesa di utilizzo degli scavi) e, soprattutto, di compatibilità geotecnica tra scavi in sito e materiali per la formazione del nuovo rilevato.

Pertanto la totalità dei materiali scavati al di sotto dello scotico superficiale sarà gestito come rifiuto in ottemperanza alle specifiche normative, come descritto al par. 14.5.

Si prevede pertanto il riutilizzo per il solo materiale vegetale non in quanto sottoprodotto ma secondo quanto previsto dall'art. 185 del DLgs 152/06 che prevede quanto segue

1. Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto: [...]

c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato;

[...]

Nei paragrafi seguenti sono riportati:

- le modalità di esecuzione della caratterizzazione ambientale dei terreni di scavo e i relativi risultati;
- le quantità di terre e rocce da scavo previste in progetto con la specificazione delle quantità destinate al riutilizzo e allo smaltimento come rifiuti.

Da quanto riportato nei successivi paragrafi si evidenzia il rispetto dei criteri indicati dall'art. 185:

- lo scotico superficiale non risulta contaminato;
- lo scotico è prodotto a seguito di attività di costruzione (ovvero l'esecuzione dell'intervento in progetto);
- è certo che le quantità prodotte saranno utilizzate nel medesimo intervento;
- lo scotico superficiale non viene sottoposto ad alcun trattamento, mentre vengono previste specifiche disposizioni per la conservazione del suo stato naturale;
- lo scotico è utilizzato nel medesimo sito di produzione.

14.1 CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE

14.1.1 Campagne di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito

L'intervento di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, svolta durante il mese di febbraio 2019. In allegato sono riportati i Rapporti di Prova emessi dal laboratorio che ha eseguito le analisi sui campioni.

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Per completezza di trattazione, in virtù di un ciclo di gestione delle terre che prevede la possibilità di riutilizzo delle medesime anche al di fuori dei cantieri, nello studio si sono valutati come riferimento anche i limiti della colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006, che si riferiscono ad aree residenziali o a verde pubblico o privato.

Nel corso della campagna di indagine a supporto della progettazione sono stati realizzati 4 sondaggi a carotaggio dai quali sono stati prelevati 11 campioni di terreno da sottoporre a caratterizzazione ambientale. Dal momento che la perforazione a carotaggio è stata eseguita a secco e senza l'utilizzo di additivi o polimeri, e non comporta di conseguenza la possibilità di contaminazione dei terreni, questa caratterizzazione preventiva effettuata in sito sulle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati è stata finalizzata a definirne l'eventuale contaminazione ed i valori di fondo naturali.

14.1.2 Metodologia di indagine

I campioni sono stati sottoposti alle prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche di idoneità ambientale e riutilizzo ai sensi DM 161/2012, che comportano l'analisi chimica prescritta dal D.Lgs. 152/06 ed il test di cessione per una verifica sostanziale dei materiali di riporto, in coerenza con le nuove indicazioni disciplinate da D.L n°2/2012 e D.L. n°69/2013, dove è fatto riferimento all'Allegato 3 del DM 5 febbraio 1998 e smi.

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa vigente (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni incontaminati ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra (uso di rivestimenti, scarpe non verniciate, eliminazione di gocciolamenti, pulizia dei contenitori, pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro).

Sono stati eseguiti un totale di 4 sondaggi a carotaggio. La scelta del prelievo ambientale in tale tipologia di scavo è stata dettata in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale. Si è deciso conseguentemente di caratterizzare maggiormente i primi orizzonti del suolo, a circa 1,5 m dal p.c., ma sono comunque stati analizzati anche i terreni profondi (24,0 m circa da p.c.) al fine di conoscere le caratteristiche degli eventuali terreni provenienti dalle attività di realizzazione di fondazioni di opere.

Sono stati prelevati 11 campioni di terreno; l'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata, schematicamente, in Figura 34.

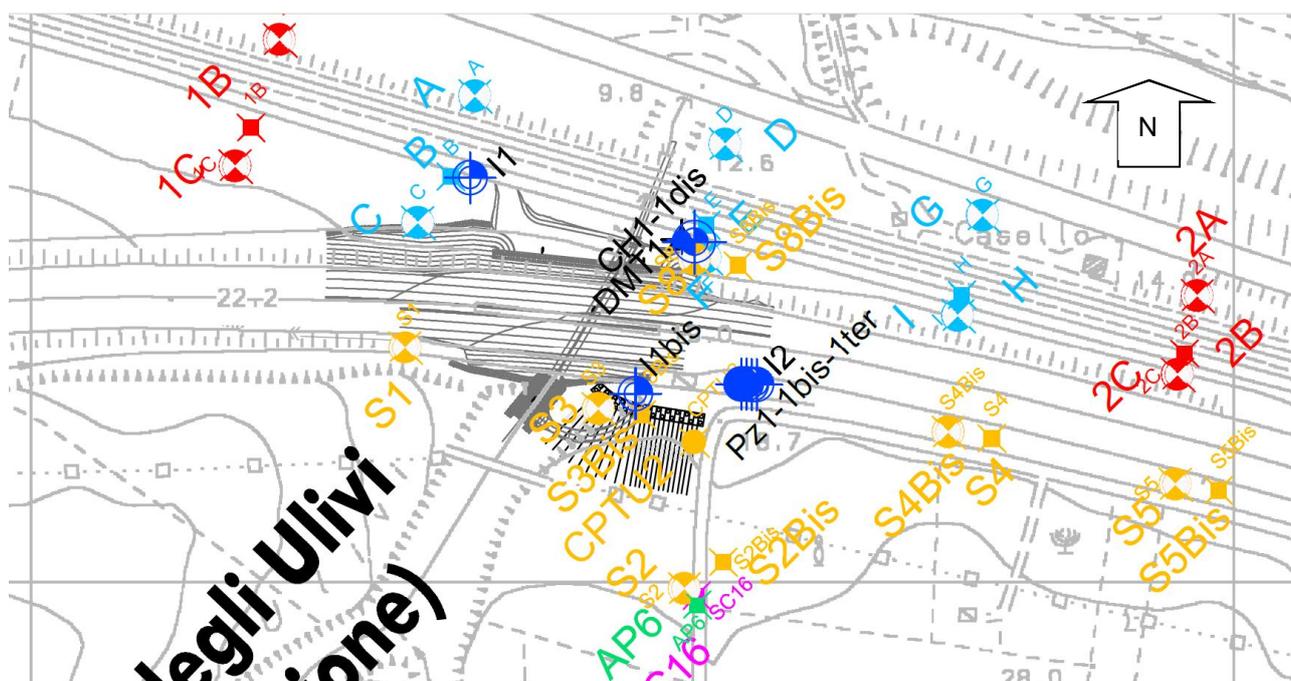


Figura 34 – ubicazione campionamenti ambientali.

Per quanto riguarda le modalità di campionamento sui terreni per la realizzazione di analisi chimiche dei composti non volatili sono state rispettate le seguenti procedure:

- stesura di un telo in polietilene delle dimensioni minime di 2x2 m e spessore minimo 1.5 mm;
- campionamento, secondo le modalità riportate in normativa, lungo lo strato di indagine;
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando metodi della quartatura riportati nella normativa;
- disposizione del campione in barattoli di vetro opportunamente sigillati ed etichettati conservati in ambiente refrigerato per la spedizione al laboratorio di analisi.

Per quanto riguarda i pozzetti esplorativi, l'attività di campionamento, eseguita contestualmente alle indagini geognostiche, è stata effettuata nel periodo di Febbraio 2019.

Si è supposto che la principale fonte di potenziale contaminazione del suolo interessato dal progetto di ampliamento del tratto autostradale in oggetto sia rappresentata dal traffico veicolare che insiste sull'infrastruttura. Pertanto, nei campioni di terreno prelevati dai pozzetti superficiali si è ritenuto opportuno ricercare i principali metalli pesanti, con l'aggiunta dei composti aromatici e degli idrocarburi leggeri e pesanti.

Di seguito si specifica l'elenco del set chimico scelto per i campioni di terreno suddiviso per classi analitiche:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi: idrocarburi pesanti (C>12).
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene.
- Composti aromatici policiclici (IPA);
- Amianto (in fibre libere).

Il terreno è stato prima privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm e, successivamente, le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. Le concentrazioni dei parametri analizzati sono state poi determinate riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro seguendo il D.Lgs. 152/2006 (Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2).

Inoltre sono stati eseguiti test di cessione su alcuni prelievi lungo l'opera progetto, in considerazione anche dell'omogeneità del sito e del tipo di riporto, riferito a materiale granulare di riempimento di origine comunque naturale. Si è fatto riferimento all'allegato 3 del DM febbraio 1998 e smi, che si riferisce alla preparazione degli eluati ed ai parametri da considerare per la prova qualitativa del materiale inerte.

14.1.3 Risultati dell'indagine ambientale

Il presente paragrafo riporta in sintesi lo studio dei dati ricavati dalle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati.

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimiche di laboratorio sono cominciate con le fasi di preparazione dei campioni.

Le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica sono riportate, per tutte le attività di laboratorio eseguite, nei Rapporti di Prova allegati al presente documento. In allegato al presente documento si riportano, infatti, i certificati di prova di tutte le analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione i risultati di laboratorio dei diversi parametri ricercati e la metodica utilizzata, il numero del rapporto di prova ed i valori limite previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

I risultati analitici conseguiti sugli 11 campioni di terreno prelevati hanno delineato un quadro positivo rispetto ai limiti vigenti del D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1. Si è riscontrata, infatti, la totale congruità con i limiti imposti nei siti a destinazione d'uso industriale o commerciale (colonna B), mentre

sono stati registrati n°2 superamenti dei limiti previsti nelle aree a verde pubblico/privato o a vocazione residenziale (colonna A).

Si riporta in seguito un quadro sinottico delle evidenze emerse dalle analisi di laboratorio, raggruppate per classe analitiche.

Tabella 14-1: Numero di superamenti dei valori di riferimento indicati dal D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1.

	campione e prof. (m)	Superamenti CSC col.A	Superamenti CSC col.B
Sondaggio I1	CA1 (0.0-0.3)	-	-
	CA2 (1.0-1.5)	-	-
	CA3 (23.3-24.0)	-	-
Sondaggio I2	CA1 (0.0-0.3)	-	-
	CA2 (0.3-1.0)	Idrocarburi C>12	-
	CA3 (23.0-24.0)	-	-
Sondaggio PZ1	CA1 (0.0-0.3)	-	-
	CA2 (1.0-1.5)	Idrocarburi C>12	-
Sondaggio CH1	CA1 (0.0-0.3)	-	-
	CA2 (1.0-1.5)	-	-
	CA3 (23.0-24.0)	-	-

Per quanto riguarda gli inquinanti di chiara origine antropica, come i composti organici aromatici e gli idrocarburi, i superamenti limitati riscontrati sono presumibilmente da imputare a contaminazioni provenienti dalla limitrofa viabilità in esercizio.

La qualità dei terreni campionati non ha comunque evidenziato criticità in riferimento ai limiti imposti per i siti ad uso industriale e commerciale, quali sono considerate le aree attraversate dall'infrastruttura viaria.

Si evidenzia in particolare che tutti i campioni superficiali non hanno riscontrato superamenti dei limiti di colonna A.

Tutti i 4 test di cessione svolti, sui campioni I1 – CA, I2 – CA1, PZ1 – Ca1, e CH1 – CA1, non hanno evidenziato superamenti dei limiti di riferimento in allegato 3 del DM febbraio 1998 e smi.

Dalle evidenze analitiche fin qui emerse non sono state rilevate criticità tali da impedire l'eventuale impiego delle terre scavate per la costruzione di rilevati, riempimenti e sottofondi stradali.

Come detto in precedenza in progetto si prevede solo il riutilizzo dello scotico del materiale vegetale superficiale, coerentemente con le indicazioni dell'art. 185 del DLgs 152/06, mentre le per gli scavi al di sotto delle scotico superficiale si prevede la gestione come rifiuto.

14.2 QUANTIFICAZIONE DEI MATERIALI SCAVATI

I siti di produzione dei materiali da scavo sono costituiti essenzialmente da opere all'aperto e sono caratterizzate esclusivamente dalla produzione di terreno vegetale e di materiale costituito principalmente da depositi di argille plio-pleistoceniche.

Il volume escavato complessivo previsto dal progetto risulta essere pari a circa **8.133,25 mc**. Questo volume è composto da (sono indicate le codifiche delle voci indicate nell'elaborato "Bilancio terre", CCP0010):

- gli scavi e gli sbancamenti in terreni naturali (al di sotto dello scotico) pari a **7.185 mc (A.01.001, B.01.031.d, A.02.01.e, B.1.01.001.a)**;
- scotico vegetale, pari a **949 mc (A.02.001.a, A.02.01.e)**.

Tutti i materiali di scavi al di sotto dello scotico saranno considerati rifiuti e gestiti di conseguenza.

Lo scotico superficiale escavato dalle aree di intervento sarà riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva delle medesime aree, con un limitato movimento di materiali.

Si evidenzia che i volumi derivanti dalle demolizioni di opere, pavimentazioni ed edifici preesistenti non rientrano nella gestione delle terre e rocce da scavo ma devono essere considerati rifiuti e gestiti come tali secondo le procedure che saranno previste nel Piano di gestione dei rifiuti che sarà predisposto nel Progetto Esecutivo. Si veda il paragrafo successivo per un primo inquadramento dell'argomento.

14.3 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

Poiché nel presente progetto non è previsto il ricorso al DPR 120/2017 non procedendo al riutilizzo degli scavi come sottoprodotti non risulta necessario prevedere siti di deposito intermedio, anche a causa della carenza di spazi utilizzabili a tale scopo.

Il deposito dello scotico del terreno vegetale avrà una durata temporale compatibile con la durata dei lavori, in quanto questo avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente quindi l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

14.4 BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO

Nel seguito è riportata la tabella del bilancio delle terre e rocce da scavo in cui sono identificati i diversi tipi di scavo e le loro destinazioni (rifiuti per gli scavi, riutilizzo per lo scotico)

Tabella 14-2 Bilancio delle terre di progetto

SCAVI			
A.01.001	SBANCAMENTO IN MATERIE DI QUALSIASI NATURA	mc	3.099,33
B.01.031.d	SBANCAMENTO IN ROCCIA CON DEMOLIZIONE MECCANICA (MARTELLONE)	mc	2.625,00
A.02.01.e	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA SCARPATE PER AMMORS. NUOVI RILEVATI COMPRESA FORNITURA DA CAVA DI MATERIALI IDONEI	mc	118,32
B.1.01.001.a	SCAVO DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA FINO A ML 2,00 SOTTO IL PIANO DI SBANCAMENTO	mc	1.341,90

SCAVI PER VEGETALE			
A.02.001.a	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI COMPRESA FORNITURA DA CAVA DI MATERIALI IDONEI	mc	909,26
A.02.01.e	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA SCARPATE PER AMMORS. NUOVI RILEVATI COMPRESA FORNITURA DA CAVA DI MATERIALI IDONEI	mc	39,44

	TOTALE SCAVI	mc	8.133,25
--	---------------------	-----------	-----------------

SISTEMAZIONI			
A.02.07.a	SISTEMAZIONE IN RILEVATO O IN RIEMPIMENTO APPARTENENTI AI GRUPPI A1, A2-4, A2-5, A3 SIA DA SCAVI CHE DA CAVE COMPRESA CONFIGURAZIONE DELLE SCARPATE E PROFILATURA DEI CIGLI	mc	16.821,19
A.02.007.d	SISTEMAZIONE IN RILEVATO O IN RIEMPIMENTO APPARTENENTI ESCLUSI I GRUPPI A7-8 SIA DA SCAVI CHE DA CAVE COMPRESA CONFIGURAZIONE DELLE SCARPATE E PROFILATURA DEI CIGLI ESCLUSO IL COMPATTAMENTO MECCANICO	mc	0,00
A.02.01.e	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA SCARPATE PER AMMORS. NUOVI RILEVATI COMPRESA FORNITURA DA CAVA DI MATERIALI IDONEI	mc	118,32
XXX	MATERIALE ALLEGERITO PER RILEVATI	mc	0,00

SISTEMAZIONI PER VEGETALE			
A.02.01.e	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA SCARPATE PER AMMORS. NUOVI RILEVATI COMPRESA FORNITURA DA CAVA DI MATERIALI IDONEI	mc	39,44
A.02.07.b	SISTEMAZIONE IN RILEVATO O IN RIEMPIMENTO APPARTENENTI AI GRUPPI A1, A2-4, A2-5, A3 SIA DA SCAVI CHE DA CAVE COMPRESA CONFIGURAZIONE DELLE SCARPATE E PROFILATURA DEI CIGLI	mc	341,00
A.02.001.a	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI COMPRESA FORNITURA DA CAVA DI MATERIALI IDONEI	mc	909,26

	TOTALE SISTEMAZIONI	mc	18.229,21
--	----------------------------	-----------	------------------

Il progetto prevede di massimizzare il riutilizzo dello scotico per 949 mc, mentre i restanti 7.185 mc di materiali scavati saranno gestiti come rifiuti.

Per coprire i fabbisogni complessivi del progetto è previsto l'approvvigionamento da fonti esterne di circa 18.229 mc di terre per i rilevati, di cui 341 mc di ulteriore vegetale per completare le sistemazioni finali dell'area di intervento.

Complessivamente quindi i fabbisogni di materiale risultano relativamente limitati, è stata comunque fatta un'ipotesi per la definizione e ubicazione delle cave di possibile utilizzo.

Il settore estrattivo della Regione Molise è regolato dalla LR 11/2005 "Disciplina generale in materia di attività estrattive", che favorisce il corretto uso delle risorse nel rispetto dell'ambiente e del territorio e individua nel Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE), lo strumento generale di pianificazione del settore, con l'obiettivo di rendere compatibili le esigenze di carattere produttivo con quelle di salvaguardia dell'ambiente e del territorio.

Attualmente, la Regione Molise non dispone di un PRAE, tuttavia il Servizio Pianificazione e Sviluppo Attività Industriali Estrattive Regione Molise – Direzione Generale II ha pubblicato l'elenco delle cave attive nella Provincia di Campobasso, tra le quali, quelle più prossime all'intervento in oggetto, che siano nello stesso tempo accessibili e dispongano di materiali adatti a soddisfare le esigenze realizzative, sono riportate nella seguente tabella.

CAVA	DITTA	COMUNE	NOTE
Cava di Petacciato	Gruppo Pasquarella	Petacciato (CB)	Dotata di impianto di betonaggio
Cava di Mafalda	Gruppo Pasquarella	Mafalda (CB)	Dotata di impianto di betonaggio e di Recupero e Riciclaggio dei rifiuti da Costruzione e Demolizione
Cava	<u>Eurocave S.r.l.</u>	Guglionesi (CB)	-

14.5 DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA O AD IMPIANTI DI RECUPERO

L'articolo 184, al comma 3, lettera b), del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. come modificato dall'art. 11 del D. Lgs. 205/2010, classifica come "rifiuti speciali" i materiali da operazioni di demolizione e costruzione, e quelli derivanti dalle attività di scavo in cantiere per cui il produttore abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi o per cui l'analisi di caratterizzazione ambientale non abbia soddisfatto i requisiti di idoneità al riutilizzo.

Tali rifiuti, sono solitamente identificati al capitolo 17 del C.E.R. (Codice Europeo dei Rifiuti): rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione.

I rifiuti speciali possono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto "deposito temporaneo" (art. 183, comma 1, lett. bb). In ragione di quanto previsto dal cosiddetto "principio di precauzione e di prevenzione", tale deposito deve essere "controllato" dal suo produttore o detentore e, quindi, questi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo precise modalità.

Dal deposito temporaneo interno al cantiere, i rifiuti da demolizione e costruzione devono obbligatoriamente essere conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

I rifiuti pertanto possono essere avviati a:

- Smaltimento: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti.
- Recupero: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

Ai fini della corretta gestione del rifiuto prodotto, il produttore è tenuto a:

- 1) attribuire il CER corretto e la relativa gestione;
- 2) organizzare correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- 3) stabilire le modalità di trasporto e verificare l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);
- 4) definire le modalità di Recupero/Smaltimento e individuare l'impianto di destinazione finale, verificando l'autorizzazione del gestore dell'impianto presso cui il rifiuto verrà conferito;
- 5) tenere, ove necessario, la tracciabilità della gestione del rifiuto (ad es. registro di Carico/Scarico, Formulario di Identificazione dei Rifiuti, ecc).

Si evidenzia che, per quanto riportato in precedenza, tutti i materiali da scavo al di sotto dello scotico saranno sottoposti alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.

Il materiale qualificato quale rifiuto verrà di norma allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche od, in alternativa recuperato, in impianti autorizzati.

Complessivamente è previsto di smaltire a rifiuto i quantitativi indicati in tabella, per un totale di 13.346 mc.

Tabella 14-3 Quantità di rifiuti da smaltire

MATERIALE IN ESUBERO DA PORTARE A DISCARICA	mc	8.133,250
DEMOLIZIONE DI STRUTTURE IN C.A. E C.A.P. (Vedi A.03.019)	mc	968,964
DEMOLIZIONE DI IMPALCATI IN C.A.P. (Vedi A.03.008)	mc	984,968
DEMOLIZIONE DI STRUTTURE IN C.A. E C.A.P. (Vedi PA.OC.246)	mc	131,400
MATERIALE DA PERFORAZIONI (Vedi B.01.031.d)	mc	2.625,000
DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE SENZA REIMPIEGO (Vedi A.03.004.a)	mc	401,200
FRESATURA DI STRATI DI PAVIMENTAZIONE IN CINGLOMERATO BITUMINOSO (Vedi D.01.052)	mc	101,600
TOTALE	mc	13.346,38

15 ESPROPRI

Per la compilazione del piano sono stati utilizzati, come supporto di base, gli estratti delle mappe catastali reperite presso l'Agenzia del Territorio di Campobasso, successivamente convertiti in formato Autocad.

Gli ingombri delle nuove opere sono stati quindi inseriti nelle tavole del piano particellare, opportunamente georeferenziati.

Le fasce di occupazione sono state evidenziate mediante campiture colorate che individuano le aree di proprietà ed è stata predisposta adeguata legenda riportante i colori e la simbologia utilizzati.

Per le particelle interessate dalle occupazioni sono state eseguite le relative visure catastali per determinarne i dati identificativi (intestazione, superficie, redditi ecc.).

Gli interventi ricadono principalmente in aree di proprietà ASPI ed in piccola parte in proprietà privata (in particolare gli interventi fuori proprietà sono quelli relativi all'adeguamento del fosso Cacchione ed alla realizzazione delle vasche): saranno quindi da prevedere occupazioni per servitù oltre che occupazioni temporanee per l'ubicazione delle aree di cantiere.

16 INTERFERENZE CON IMPIANTI TECNOLOGICI

Sulla base del censimento delle interferenze riportate nell'elaborato GEN0005 e di indicazioni integrative fornite direttamente dal Tronco competente, gli impianti in linea sono:

- in carreggiata sud la dorsale Telecom (vedi GEN0005) che transita in canalina fissata all'ala del viadotto;
- in carreggiata nord la dorsale in cavo DM in rame a 7bcp (interferenza non censita in GEN0005, ma indicata dalla Direzione di Tronco di Pescara) che transita in canalina fissata all'ala del viadotto;
- sempre in carreggiata sud, ma fuori area di intervento, sono presenti dei semafori ed una telecamera, vedi allegata planimetria fornita dal Tronco e riportata in Figura 35 sotto il viadotto sono inoltre presenti i sensori per il monitoraggio del viadotto con relativa centralina.

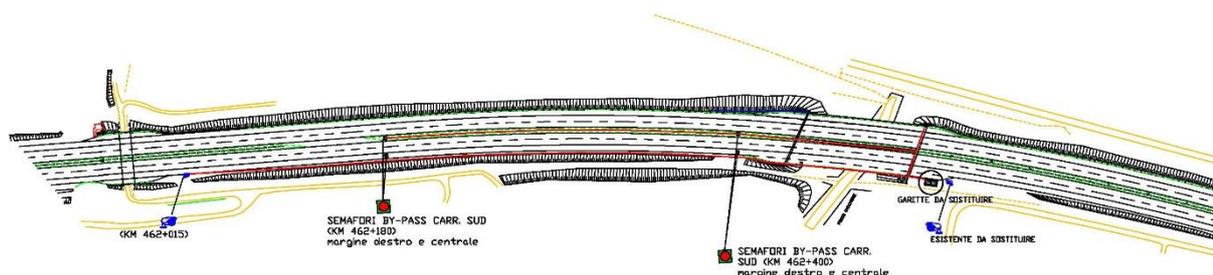


Figura 35 – Planimetria fornita dalla DT7

Per quanto riguarda la risoluzione, si prevede quanto segue:

- l'interferenza con la fibra ottica dovrà essere risolta in convenzione con TIM, convenzione che dovrà essere attivata da ASPi mediante apposita comunicazione e relativa preventivazione da parte di TIM. Il relativo importo sarà inserito, nel presente progetto, all'interno delle SAD;
- l'interferenza con il cavo 7bcp dovrà essere risolta (collocandolo prima in provvisorio e poi in definitivo) Anche in questo caso, su indicazione del RUP, si prevede di inserire un importo all'interno delle SAD;
- i semafori segnalati dalla DT, poiché risultano collocati in aree esterne all'impronta del nuovo rilevato, si ritiene, in questa fase progettuale, che non debbano essere modificati in quanto non interferenti.
- la strumentazione di monitoraggio del viadotto dovrà essere smontata e riconsegnata al Tronco competente.

Circa gli interventi sul cavo DM, tutte le attività, le modalità esecutive, i materiali e gli accessori, i collaudi e quant'altro necessario per dare l'opera perfettamente finita e funzionante, sono totalmente e compiutamente descritti nel Documento standard Autostrade per l'Italia allegato al presente documento, esso è prevalente su qualsiasi altro documento e pattuizione, salvo le disposizioni di Legge.

Nell'ambito delle opere del tratto oggetto, la Direzione di progetto ha deciso, per evitare l'interruzione del servizio, di:

- mettere in vista e spostare il cavo esistente in provvisorio, sollevandolo, comprensivo di tubo esistente, fissandolo al pendio nella tratta di progetto fuori dall'area delle lavorazioni, così da evitare il danneggiamento del cavo;
- solo di seguito verranno eseguite le opere sul viadotto;
- verranno poi realizzati gli scavi e le pozzettature di raccordo in testa e coda della tratta dove il viadotto viene sostituito dal rilevato, sul nuovo rilevato viene realizzata la nuova via cavi interrata per la nuova tratta del cavo DM e nella nuova via cavi verrà posata la nuova tratta del cavo DM;
- quindi nei pozzetti d'interfaccia tra la dorsale in cavo esistente e la nuova tratta, verrà interrotto il cavo esistente ed eseguite le 2 giunzioni tra il cavo esistente ed il nuovo cavo, detta nuova tratta deve essere connessa in testa ed in coda in appositi pozzetti, mediante giunti speciali, alla dorsale esistente, collaudando

il tutto e ripristinando il servizio;

-la tratta non più in servizio deve essere sfilata ed alienata.

Tutte le tipologie di materiali, accessori, lavorazioni e predisposizioni atte a realizzare le opere di cui sopra sono descritte dettagliatamente nell'apposita specifica standard ASPI.

Oltre alle interferenze di cui sopra, essendo prevista in progetto la posa in opera di nuove barriere di sicurezza a bordo strada, per il corretto funzionamento di queste ultime, si rende anche necessario il ricollocamento di due cabine attualmente posizionate esternamente alla sede autostradale, in carreggiata sud (vedi GEN0005 e Figura 36).

Anche in questo caso è stato inserito per il ricollocamento delle cabine un importo all'interno delle SAD.



Figura 36 – Cabine in prossimità della carreggiata sud

Per quanto riguarda invece le interferenze “fuori sede”, è stata riscontrata la presenza di una linea telefonica di Tim S.p.A. aerea su pali (vedi elaborato ESC0003). Per la risoluzione di tale interferenza, sulla scorta dell'esperienza maturata per interventi simili, sono stati computati costi per €. 10.000,00, inseriti anch'essi all'interno delle SAD.

17 FASI ESECUTIVE ED INTERFERENZE CON IL TRAFFICO

L'adeguamento della sede autostradale del Viadotto Cacchione prevede, in fase esecutiva, un forte impatto sulla viabilità autostradale. La sequenza delle fasi, con i relativi interventi e le ripercussioni sul traffico autostradale, possono essere sintetizzati come da tabella seguente.

Fase	Descrizione intervento	Carreggiata Nord	Carreggiata Sud
0	Bonifica ordigni bellici e/o risoluzione interferenze impiantistiche.	Nessuna restrizione	Nessuna restrizione
1	Allestimento cantiere e contestuale regolarizzazione (a quota +12 m s.l.m.m.) dell'area di lavoro a valle dell'autostrada (lato mare).	Nessuna restrizione	Nessuna restrizione
2	Esecuzione dei diaframmi in c.a. e della trave di collegamento.	Nessuna restrizione	Nessuna restrizione
3	Realizzazione della vasca in calcestruzzo di valle per il convogliamento delle acque dal nuovo tombino idraulico alla caditoia esistente, che porta poi al tombino che sottopassa la ferrovia. Contestualmente si procederà anche alla realizzazione della vasca a monte dell'attuale viadotto.	Nessuna restrizione	Nessuna restrizione
4	Spostamento del traffico autostradale in Carreggiata Sud.	Chiusa	3 corsie da 3.50 m
5	Demolizione dell'impalcato in Carreggiata Nord.	Chiusa	3 corsie da 3.50 m
6	Realizzazione della prima parte del tombino idraulico in Carreggiata Nord.	Chiusa	3 corsie da 3.50 m
7	Costruzione parziale del nuovo rilevato autostradale in Carreggiata Nord: si prevede di raggiungere la quota progetto finale ma di realizzare un rilevato di ingombro ridotto (mediante l'utilizzo di "geoblocchi") a causa dell'interferenza con l'impalcato della Carreggiata Sud. La larghezza sarà comunque tale da garantire la presenza di 3 corsie da 3.50 m che recepiranno il traffico nelle successive fasi.	Chiusa	3 corsie da 3.50 m
8	Spostamento del traffico autostradale in Carreggiata Nord.	3 corsie da 3.50 m	Chiusa
9	Demolizione dell'impalcato in Carreggiata Sud.	3 corsie da 3.50 m	Chiusa
10	Completamento del tombino idraulico in Carreggiata Sud.	3 corsie da 3.50 m	Chiusa

11	Costruzione parziale del nuovo rilevato autostradale in Carreggiata Sud: anche in questo caso si prevede il raggiungimento della quota progetto finale, ma di realizzare un rilevato di ingombro ridotto. La larghezza sarà comunque tale da garantire la presenza di 2 corsie da 3.50 m che riceveranno il traffico nelle successive fasi.	3 corsie da 3.50 m	Chiusa
12	Deviazione parziale del traffico in Carreggiata Sud per consentire il completamento del rilevato autostradale nel tratto centrale.	2 corsie da 3.50 m	2 corsie da 3.50 m
13	Completamento rilevato autostradale e posa barriere di sicurezza in spartitraffico.	2 corsie da 3.50 m	2 corsie da 3.50 m
14	Riapertura al traffico delle due carreggiate	2 corsie da 3.75 m	2 corsie da 3.75 m
15	Posa barriere di sicurezza laterali	2 corsie da 3.75 m	2 corsie da 3.75 m
16	Sistemazioni finali e chiusura cantiere	Nessuna restrizione	Nessuna restrizione

La durata complessiva dei lavori è stata stimata in 350 giorni naturali e consecutivi.

18 PREZZI ED IMPORTO COMPLESSIVO DEI LAVORI

L'importo lavori del presente progetto è stato computato a misura mediante applicazione dei prezzi dell'Elenco Prezzi Unitari ANAS 2018.

L'importo complessivo dei lavori (base d'asta) ammonta a € 2.712.756,73.

Gli oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso ammontano a € 581.906,67.