

Autostrada SA-RC

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA E DI DIFESA DELLE OPERE AUTOSTRADALI
RELATIVAMENTE ALL'INTERAZIONE VIARIA CON IL FIUME MESIMA, NEL TRATTO
COMPRESO TRA IL KM 369+800 E IL KM 378+500 DELL'AUTOSTRADA SA-RC**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE:



MSM Ingegneria S.r.l.
Via della Meloria, 61 - 00136 ROMA

Ing. Leonardo Melica



GEOLOGIA:

Dott. Geol. Andrea Rondinara

Albo dei Geologi del Lazio n. 921

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Francesco Bianco

RESPONSABILE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI E
COORDINATORE TERRITORIALE

Dott. Ing. Giuseppe Ferrara

**ELABORATI GENERALI
RELAZIONE GENERALE**

CODICE ELABORATO

REVISIONE

SCALA:

GEN RT 01

1

3					
2					
1	REVISIONE	APRILE 2020	T. Salvago de Gennaro	A. Salvago de Gennaro	L. Melica
0	EMISSIONE	GIUGNO 2018	T. Salvago de Gennaro	A. Salvago de Gennaro	L. Melica
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO IDROLOGICO	4
3. INQUADRAMENTO IDRAULICO	8
4. ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE.....	16
4.1. Tratto compreso tra Pr 0+000,00 e 0+350,00	17
4.2. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 0+900,00	17
4.3. Viadotto Mesima 1	18
4.4. Viadotto Mesima 2.....	19
4.5. Viadotto Mesima 3.....	20
4.6. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 6+600,00	21
4.7. Viadotto Mesima 4.....	21
4.8. Verifiche idrauliche stato attuale	22
5. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA E DI DIFESA DELLE OPERE AUTOSTRADALI IN PROGETTO.....	23
5.1. Interventi anti erosivi sui rilevati	23
5.2. Tratto compreso tra Pr 0+000,00 e 0+350,00	24
5.3. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 0+900,00	25
5.4. Viadotto Mesima 1	25
5.5. Viadotto Mesima 2.....	25
5.6. Viadotto Mesima 3.....	26
5.7. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 6+600,00	26
5.8. Viadotto Mesima 4.....	26
5.9. Verifiche idrauliche post interventi	26
5.10. Interventi di protezione contro lo scalzamento	27
5.11. Conclusioni.....	28
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	29
6.1. Indagini disponibili	30



7. GEOTECNICA	35
7.1. Mesima 1 35	
7.2. Mesima 3 37	
8. SISMICA	38
8.1. Pericolosità sismica di base.....	38
8.2. Accelerazione massima attesa	39
9. REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	41
9.1. Cantierizzazione	41
10. AMBIENTE	43
10.1. Procedure autorizzative ambientali	43
10.2. Interventi di mitigazione ed inserimento ambientale.....	44
Le opere a verde e di inserimento ambientale.....	44
Gli interventi di mitigazione in fase di cantiere.....	46
10.3. Il piano di monitoraggio ambientale	47
11. I VINCOLI E LE TUTELE AMBIENTALI E TERRITORIALI	48
11.1. Il vincolo paesaggistico – D.Lgs.vo 42/2004	48
11.2. Il vincolo idrogeologico	48
11.3. Piano di Assetto Idrogeologico	49
12. BILANCIO MATERIALI ED INDAGINI AMBIENTALI	56
12.1. Caratterizzazione ambientale dei terreni oggetto di scavo e riutilizzo	57
13. INTERFERENZE.....	59
14. ESPROPRI	60
15. MODALITÀ E TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE	61
16. CARATTERISTICHE ECONOMICHE DELL'OPERA	61



1. PREMESSA

La presente relazione generale si inserisce nell'ambito della progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC.

Il tratto autostradale in esame si estende per circa 9 km, attraversando i comuni di Laureana di Borrello (RC), Candidoni (RC), Serrata (RC), e Mileto (VV). L'infrastruttura autostradale si sviluppa all'interno del vallone del fiume Mesima con configurazione in rilevato o mezza costa lungo la totalità del tracciato in esame. Sono presenti quattro attraversamenti principali in viadotto, tutti impegnati dal fiume Mesima, che scorre parallelo all'autostrada per tutto il tratto di interesse in direzione nord-sud.

Nel presente progetto definitivo è stata esperita un'approfondita analisi idrologico e idraulica che è stata posta alla base della progettazione delle opere di difesa e sistemazione idraulica. In particolare, l'analisi è stata incentrata sull'interazione tra il fiume Mesima e l'infrastruttura autostradale nel tratto di competenza e parti limitrofe. Lo studio in parola ha consentito di individuare e valutare i principali elementi di criticità esistenti e di prevedere l'adozione degli opportuni e necessari interventi di sistemazione idraulica.

È stata, inoltre, sfruttata la conoscenza dell'assetto idraulico in essere maturata nel corso dello sviluppo della progettazione definitiva delle opere di difesa e di sistemazione idraulica per fornire ipotesi e soluzioni per successivi ed eventuali sviluppi progettuali. In particolare, all'interno dell'apposito Studio prodotto ("Studio delle interazioni dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima – Ipotesi di intervento per la mitigazione del rischio idraulico"), sono stati individuati una serie di possibili interventi di natura strutturale e viabilistica, quali realizzazione di nuovi viadotti, consolidamenti di rilevati, realizzazione di tombini di trasparenza idraulica anche esterni al lotto di specifica competenza, ecc....; le soluzioni prospettate (non comprese nel presente Progetto Definitivo) rappresentano degli spunti progettuali per eventuali e futuri interventi tesi all'ulteriore riduzione del rischio idraulico.



2. INQUADRAMENTO IDROLOGICO

L'analisi dell'idrologia della zona è stata incentrata sul bacino del fiume Mesima. L'analisi e le valutazioni condotte hanno consentito di calcolare le portate di piena per assegnato tempo di ritorno. I risultati ottenuti sono stati utilizzati come base per le successive modellazioni idrauliche. Il calcolo delle portate è stato effettuato mediante la legge del TCEV utilizzando i dati caratteristici delle zone e sottozone omogenee forniti dalla regionalizzazione del progetto VAPI. Il Fiume Mesima è uno dei fiumi maggiori della Calabria centro-meridionale e uno dei principali della regione (il 5°) per portata d'acqua. Nasce dalle pendici del Monte Cucco a 958 m s.l.m., in comune di Vallelonga (prov. di Catanzaro), ai piedi di una altura detto Monte degli Impiccati e sfocia nelle acque del Tirreno meridionale presso Rosarno. Ha due affluenti principali: il Marepotamo ed il Metramo, quest'ultimo riceve anche il cospicuo contributo del torrente Vacale. Come gran parte dei corsi d'acqua della Calabria, ha regime fortemente torrentizio con piene importanti nei mesi invernali e piccole portate durante il periodo estivo.

Il bacino del Mesima, alla sezione di chiusura, posta a quota 35 m s.l.m. in prossimità del km 378 dell'Autostrada A3 a valle del viadotto Mesima IV, poco dopo la confluenza con il Marepotamo, si estende per circa 408 kmq.



Bacino del Mesima (in rosso) con tracciato autostradale oggetto del presente appalto (in giallo)



Le caratteristiche geometriche del bacino sono state definite a partire dal modello digitale del terreno con passo 10 m, da cui è stato possibile estrapolare le grandezze fisiche necessarie allo svolgimento delle analisi idrologiche.



Bacino del Mesima – Modello digitale del terreno

Così come previsto nelle Linee Guida emanate nell'ambito del PAI, per la valutazione delle portate è stata considerata una pioggia con durata pari a quella corrispondente al tempo di corrivazione del bacino stesso (determinata in base alle sue caratteristiche fisiche: pendenza dell'asta media del torrente, quota media del bacino, ecc...), ed è stato utilizzato come modello di trasformazione la classica *Formula Razionale*.

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;



- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione tc.

Alla relazione di cui sopra, per corsi d'acqua aventi bacini imbriferi con superfici superiori ai 10 Km², viene associato un fattore di riduzione areale (ARF), così come prescritto dal VAPI e precedentemente descritto.

Così come previsto nelle Linee Guida del PAI, i tempi di corrivazione dei bacini analizzati sono stati calcolati mediante la nota formula di Giandotti (1934,1937) che risulta idonea, considerata l'estensione dei bacini sottesi:

La pioggia lorda è stata depurata dalle perdite attraverso il coefficiente di afflusso Φ . Il calcolo è stato eseguito con il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti.

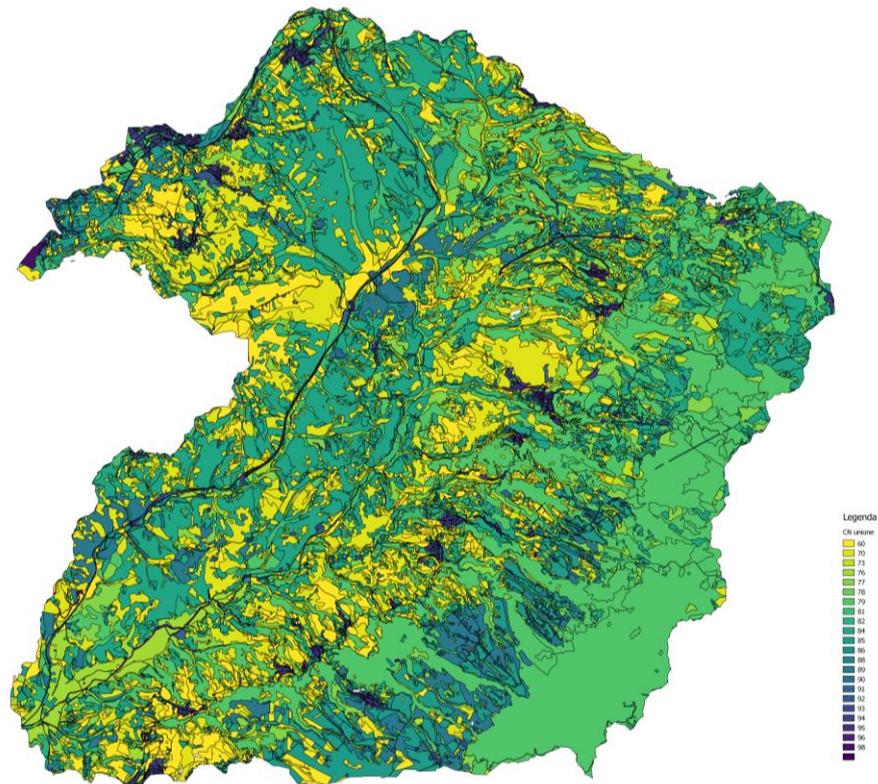
In particolare il metodo del CN sintetizza le caratteristiche idrologiche di un bacino attraverso un unico parametro CN che definisce la relazione precipitazione-volume di deflusso in bacini idrografici di cui è nota, oltre che la morfologia, la copertura vegetale e il tipo idrologico di suolo presenti nelle carte tematiche.

Il parametro CN, ricavato dall'analisi qualitativa delle carte tematiche, rappresenta la capacità di una porzione di terreno del bacino imbrifero di produrre deflusso ed è stato calcolato sulla base delle caratteristiche geopedologiche e vegetazionali del bacino stesso.

La carta del CN è stata realizzata sulla base delle informazioni fornite dalla carta litologica e dalla carta dell'uso del suolo del Progetto CORINE.



Relazione Generale



Caratterizzazione del CN II del bacino del Mesima

Nelle simulazioni idrauliche contenute nella relazione idraulica sono stati adottati, a favore di sicurezza, i seguenti valori della portata duecentennale:

- $Q_{200}=690\text{mc/s}$ per il tratto a monte della confluenza con il Marepotamo (viadotto Mesima 3 compreso) calcolata assegnando al bacino dominante un coefficiente udometrico pari a 4 mc/s/kmq (valore prescritto dall'AdB);
- $Q_{200}=1657,6\text{mc/s}$ (valore di picco risultante dall'involuppo degli idrogrammi dei due sotto bacini) per il tratto a valle della confluenza con il Marepotamo (valore conforme a quanto prescritto dall'AdB)



3. INQUADRAMENTO IDRAULICO

Il tratto autostradale in esame si estende per circa 9 km, attraversando i comuni di Laureana di Borrello (RC), Candidoni (RC), Serrata (RC), e Mileto (VV). L'infrastruttura autostradale si sviluppa all'interno del vallone del fiume Mesima con configurazione in rilevato o mezza costa lungo la totalità del tracciato in esame. Sono presenti quattro attraversamenti in viadotto, tutti impegnati dal fiume Mesima, che scorre parallelo all'autostrada per tutto il tratto di interesse in direzione nord-sud.

In tale ambito, il fiume Mesima presenta un alveo inciso monocursale meandriforme che si dipana parallelamente all'infrastruttura in argomento. Dalle simulazioni idrauliche esperite emerge che l'alveo di piena bicentenaria impegna una fascia molto ampia di territorio trovando quasi costantemente sponda sul rilevato dell'autostrada SA – RC. In alcuni tratti il coinvolgimento dell'infrastruttura viaria da parte del processo di piena risulta molto importante con livelli idrici che si attestano a ridosso delle quote sommitali del corpo stradale ed in alcuni casi lo sormontano.

Nel tratto autostradale compreso tra il km 369+800 ed il viadotto Mesima 3, l'opera stradale ed il corso d'acqua corrono paralleli, in una stretta vallata con ampiezza media pari a circa 200 m. L'infrastruttura autostradale viene ad intersecarsi più volte con il tracciato del corso d'acqua, risolvendo le interferenze mediante gli attraversamenti in viadotto del Mesima 1 e Mesima 2.

Tra il viadotto Mesima 3 ed il viadotto Mesima 4 il paesaggio cambia bruscamente. Inizialmente si evidenzia un allargamento della vallata, sino a raggiungere i 400 m circa di larghezza. In seguito subisce un ulteriore allargamento dovuto al congiungimento con la valle del fiume Marepotamo, che confluisce nel Mesima. Si viene dunque a configurare un'ampia vallata, che prosegue verso sud-ovest con un ampiezza di circa 700 m. In questo ambito il vallone risulta tagliato in direzione nord-sud dall'infrastruttura autostradale, che consente l'attraversamento dall'alveo di magra del fiume Mesima mediante il viadotto Mesima 4.

A valle del Mesima 4, il corso d'acqua e l'autostrada corrono paralleli in direzione sud-ovest per circa 1 km, dopo il quale la vallata del Mesima piega in direzione ovest allontanandosi dall'infrastruttura.



Ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000 e dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n. 183, nonché dell'art.1 Legge 3 agosto 1998 n. 267, Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico della regione Calabria (PAI) è stato approvato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino con delibera n. 13 del 29 ottobre 2001, dalla Giunta Regionale con delibera n. 900 del 31 ottobre 2001 e dal Consiglio Regionale con delibera n. 115 del 28 dicembre 2001.

A questo sono associate le successive "Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia" e le "Linee Guida" approvate dal Comitato Istituzionale il 31/07/02.

In generale il PAI così come riferito dall'Art. 11 delle Norme di Attuazione (Individuazione delle aree a rischio e/o pericolo d'inondazione), riporta le situazioni di rischio e/o pericolo d'inondazione stimate dall'Autorità tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza. Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite il PAI disciplina l'uso del territorio nelle:

- a) aree perimetrare mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi R4, R3, R2 e R1;
- b) aree storicamente inondate e/o localizzate dai Piani di Protezione Civile e riportate nell'Atlante allegato al Piano; aree all'intorno di tratti e punti critici rilevati (riduzioni di sezioni, ostruzioni, rotture d'argine, ecc) e indicati negli elaborati del PAI come aree di attenzione, linee di attenzione e punti di attenzione.

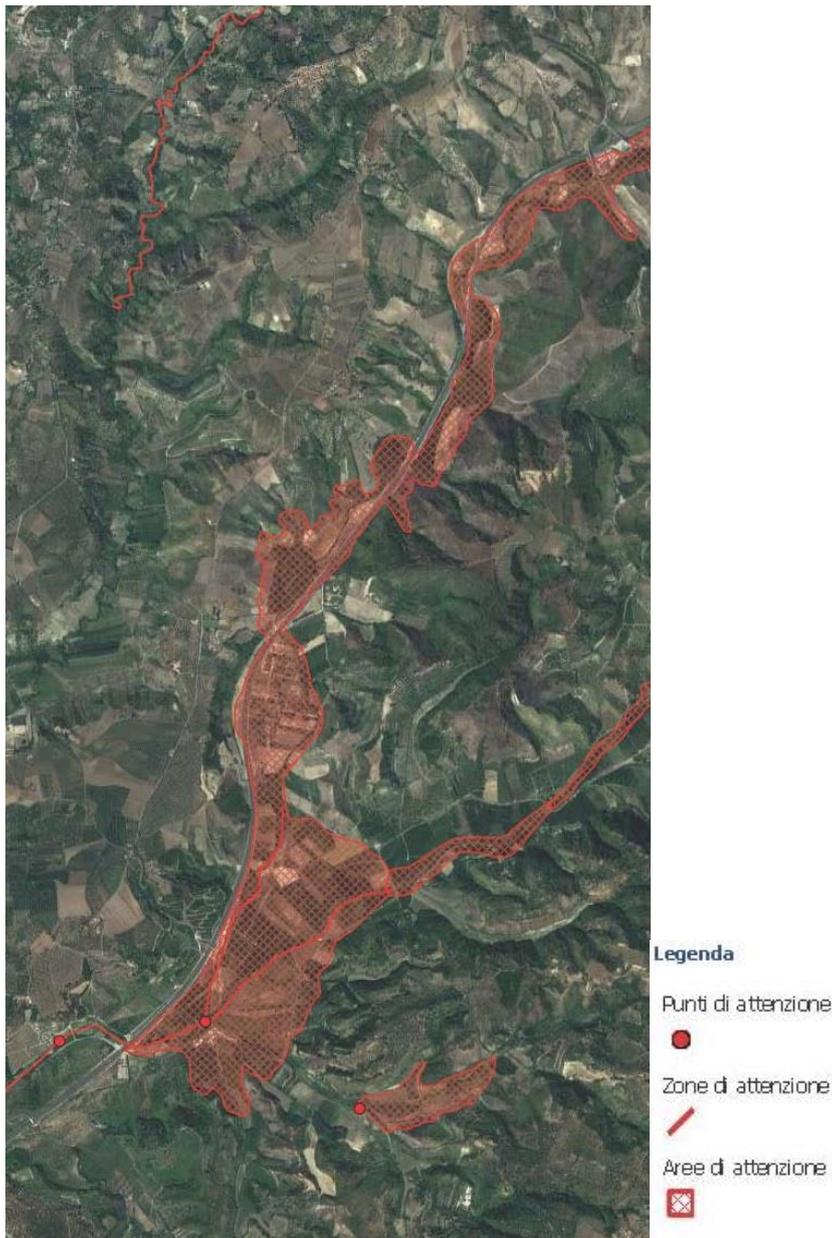
Le aree soggette a rischio idraulico sono state localizzate dal PAI attraverso i dati storici riferiti alle alluvioni pregresse (aree storicamente inondate dalle alluvioni del 1951 e del 1953 individuate attraverso fotointerpretazione e restituzione 1:10.000) ed a quelle più recenti fino agli anni dal 1996 al 2000.

A seguito della delibera n. 3/2016 dell'11 Aprile 2016, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria ha approvato le "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Idraulico del PAI Calabria - Nuove Carte di Pericolosità e Rischio Idraulico - e la modifica delle Norme Tecniche di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) del PAI relative al Rischio Idraulico". Le modifiche alle Norme tecniche di attuazione, che entreranno in vigore solamente dopo l'adozione del progetto di piano, sono state comunque considerate all'interno del piano normativo e se ne è tenuto conto nello sviluppo della presente progettazione.



L'ambito territoriale di progetto risulta contenuto all'interno delle mappature prodotte dal PAI redatto dall' Autorità di Bacino della Regione Calabria.

La prima perimetrazione dell'area, relativa al vigente PAI 2001, è contenuta all'interno della Carta di sintesi del pericolo e rischio di inondazione, e pone la zona all'interno delle aree e punti e zone di attenzione (art. 24 Norme di attuazione).



Stralcio planimetrico PAI 2001



L'aggiornamento del PAI del 2016 ha prodotto una nuova mappatura dell'area, definendo la perimetrazione di un'area a pericolosità P3 - livello intermedio, in sostituzione delle aree di attenzione prodotte dal PAI 2001. L'area P3 è definita come ad alta pericolosità idraulica, ed il PAI persegue l'obiettivo di garantire al suo interno condizioni di sicurezza idraulica, assicurando il libero deflusso della piena con tempo di ritorno 20 – 50 anni (art. 21 Aggiornamento Norme di attuazione e misure di salvaguardia).



Stralcio planimetrico Aggiornamento PAI 2016



Sulla base delle analisi e delle modellazioni idrauliche preliminari esperite è stato possibile definire l'approccio modellistico maggiormente idoneo a descrivere le reali caratteristiche dei fenomeni idraulici di piena per ogni tratto di corso d'acqua in esame.

In particolare, è stata utilizzata una modellazione in regime di moto permanente per il tratto che va da inizio tracciato alla Pr 5+000,00 circa (il tratto comprende i tre viadotti, dal Mesima 1 al Mesima 3); una modellazione in regime di moto vario per la restante parte del tracciato in modo da tenere in debito conto le complessità morfologiche di particolare rilievo presenti in questo tratto (la simulazione comprende un congruo tratto a monte della confluenza del Marepotamo).

La modellazione idraulica del fiume Mesima nelle condizioni attuali è stata condotta mediante l'implementazione di due diversi modelli idraulici, per caratterizzare adeguatamente il comportamento della piena. E' stato possibile infatti evidenziare due distinte modalità di propagazione della piena. Nel primo tratto, a monte del viadotto Mesima 3, le piene del fiume Mesima scorrono costrette in una stretta vallata e risultano schematizzabili come un moto prevalentemente monodimensionale.

Nel secondo tratto, a valle del viadotto Mesima 3, il comportamento delle piene del fiume Mesima subisce un cambiamento radicale, dovuto all'immissione delle portate del fiume Marepotamo ed al mutamento della geometria della vallata, molto più ampia e con la presenza di un argine artificiale in sinistra idraulica rappresentato dalla SP58. L'argine accompagna il corso dell'alveo di magra del Mesima verso il viadotto Mesima 4, che consente l'attraversamento dell'infrastruttura autostradale in direzione est-ovest.

Il moto risulta difficilmente riconducibile ad uno schema permanente, in quanto la SP58 risulta insufficiente a contenere le portate di piena del Mesima, che scavalcano dunque l'argine e proseguono il loro moto parallelamente all'autostrada. Per una corretta valutazione della dinamica della piena, per questo tratto è stato dunque adottato un modello di moto vario.

La modellazione in moto permanente è stata utilizzata per l'analisi del primo tratto dell'asta fluviale investigata, che si estende in corrispondenza dell'infrastruttura autostradale dal km 369+800 (Pr 0+000,00) al Viadotto Mesima 3 fino a Pr 5+000,00 circa.

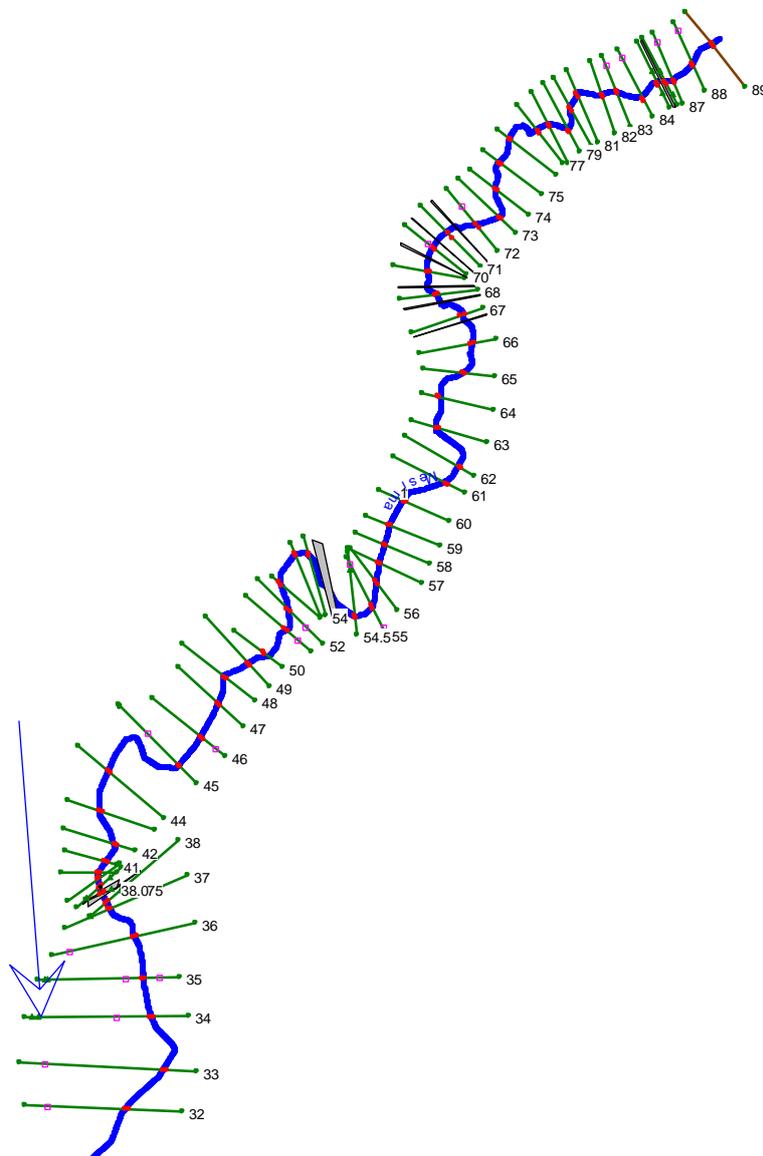
La schematizzazione geometrica del fiume Mesima è stata effettuata mediante n. 62 sezioni trasversali ottenute a partire dal dato Lidar con passo 1 m, fornito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ed integrate mediante opportuni rilievi celerimetrici a terra.



Relazione Generale

Come condizione al contorno di valle sono stati imposti i livelli idrici ottenuti a partire dal modello di moto vario del tratto di valle, che si sovrappone al tratto di monte per un adeguato numero di sezioni.

Tale schematizzazione geometrica verrà utilizzata sia per la modellazione dello stato di fatto, che per la configurazione post operam a seguito degli interventi di progetto descritti nella presente relazione.



Geometria modello idraulico Tratto di monte - Moto permanente

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





Il tratto di asta fluviale compresa tra il Viadotto Mesima 3 ed il km 378+500 dell'infrastruttura autostradale, è stata analizzata mediante modellazione in moto vario.

E' stato osservato come, in questo tratto ed in particolare nel tratto posto subito a monte del viadotto Mesima 4, la dinamica delle piene si discosti in modo considerevole dal comportamento del Mesima in regime di magra. In regime di piena, infatti, l'entità delle portate in gioco è talmente sovrabbondante rispetto alla geometria dell'alveo che queste superano rapidamente l'arginatura in sinistra idraulica costituita dal rilevato della SP58 riversandosi abbondantemente nel vallone formato dal versante naturale in sinistra idraulica e dal rilevato della SA RC in destra idraulica.

Si crea dunque una prima separazione delle portate di piena, operata dal corpo del rilevato della SP58, che solamente in parte defluiscono sotto il viadotto Mesima 4.

A valle del viadotto Mesima 4, il deflusso delle portate risente della presenza del ponte di Barbasano e della traversa immediatamente a valle, situati a circa 1 km a valle del viadotto autostradale, che determina l'aumento dei livelli in alveo ed il superamento in sinistra della SP58. Si configura dunque una situazione analoga a quella descritta a monte del Mesima 4, con una seconda separazione del deflusso della piena operata dalla SP58. Anche in questo caso, si genera un deflusso lungo la direzione della valle, contenuto in sinistra dal rilevato autostradale ed in destra dalla SP58.

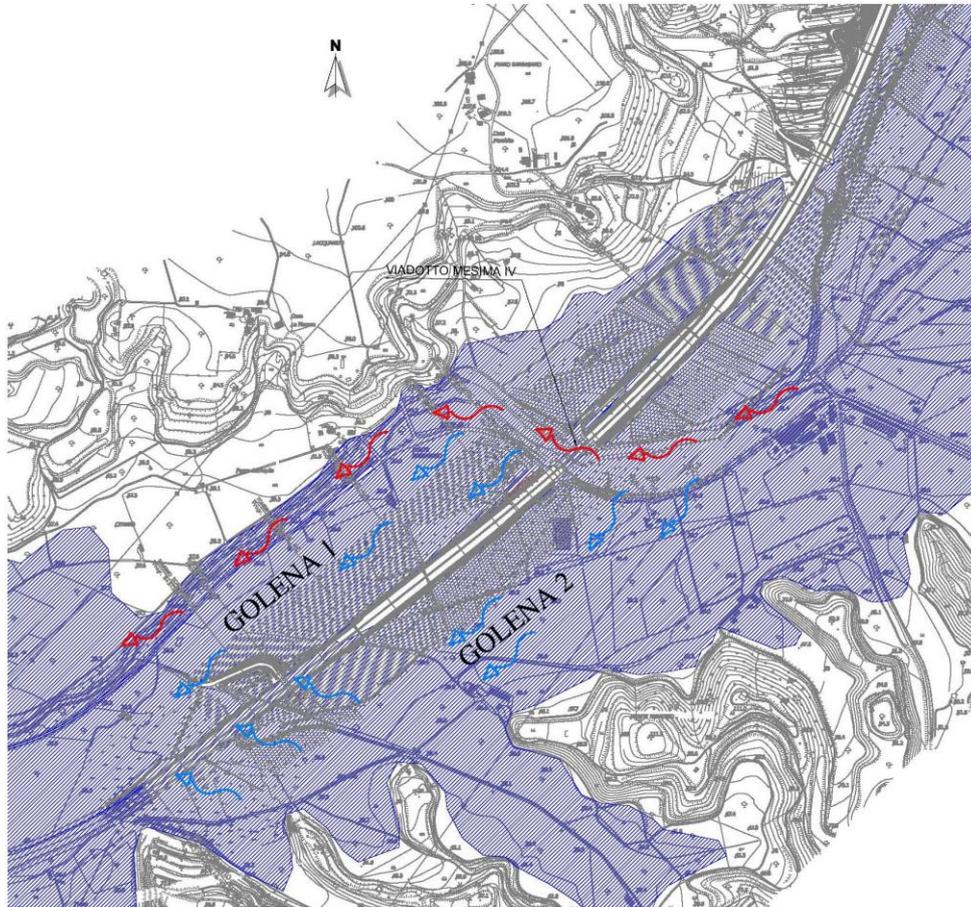
Il modello è stato costruito inserendo, in corrispondenza della SP58, un elemento in grado di scolare le portate in ingresso eccedenti la quota di testa della SP58 stessa. E' stato inoltre modellato il moto delle portate scolmate, lungo le due piane latitanti al corpo autostradale.

La schematizzazione geometrica del fiume Mesima e degli assi Golena 1 e Golena 2 è stata effettuata complessivamente mediante n. 56 sezioni trasversali ottenute a partire dal dato Lidar con passo 1 m, fornito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, integrato con rilievi a terra opportunamente svolti.

Come condizioni al contorno di valle, è stato imposto il moto uniforme con la pendenza longitudinale dell'alveo risultante.



Relazione Generale

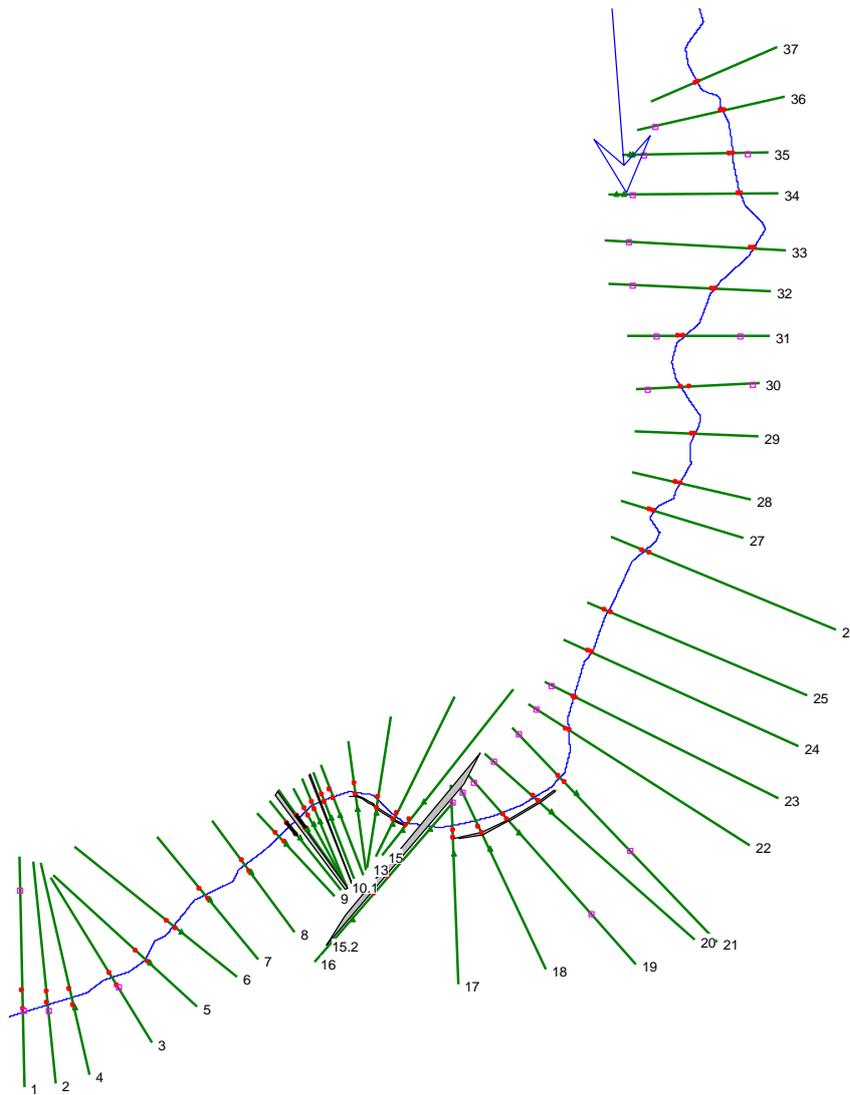


Dinamica di propagazione della piena Tratto di valle - Moto vario

Tale schematizzazione geometrica è stata utilizzata sia per la modellazione dello stato di fatto, che per la configurazione post operam a seguito degli interventi di progetto descritti nella presente relazione.



Relazione Generale



Geometria modello idraulico Tratto di valle - Moto vario

4. ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE

Nel prosieguo verranno analizzati i risultati delle modellazioni idrauliche esperite. In particolare, verrà effettuata l'analisi dell'interazione tra la piena duecentennale del fiume Mesima e l'infrastruttura viaria esistente.

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





4.1. Tratto compreso tra Pr 0+000,00 e 0+350,00

Ad inizio tracciato, l'esondazione della piena duecentennale interessa l'area dello svincolo e l'area del vecchio cantiere non ancora dismesso. Il livelli idrici sono tali da sormontare ed invadere la carreggiata stradale del tratto posto a monte dell'intersezione con la SP 10. Tale fenomeno risulta in larga parte dovuto al restringimento provocato dalla presenza del vecchio viadotto della SP 10 e del relativo rilevato di approccio che prosegue con il cavalcavia posto alla Pr 0+262,66. La presenza del viadotto della SP 10, che si caratterizza per un avanzato stato di degrado, determina nel profilo di monte un sensibile innalzamento del pelo libero che implica l'invasione da parte della piena bicentenaria della carreggiata autostradale posta in destra idraulica. Tale configurazione determina evidentemente una situazione di potenziale rischio per la fruibilità dell'asse viario in condizioni di piena.

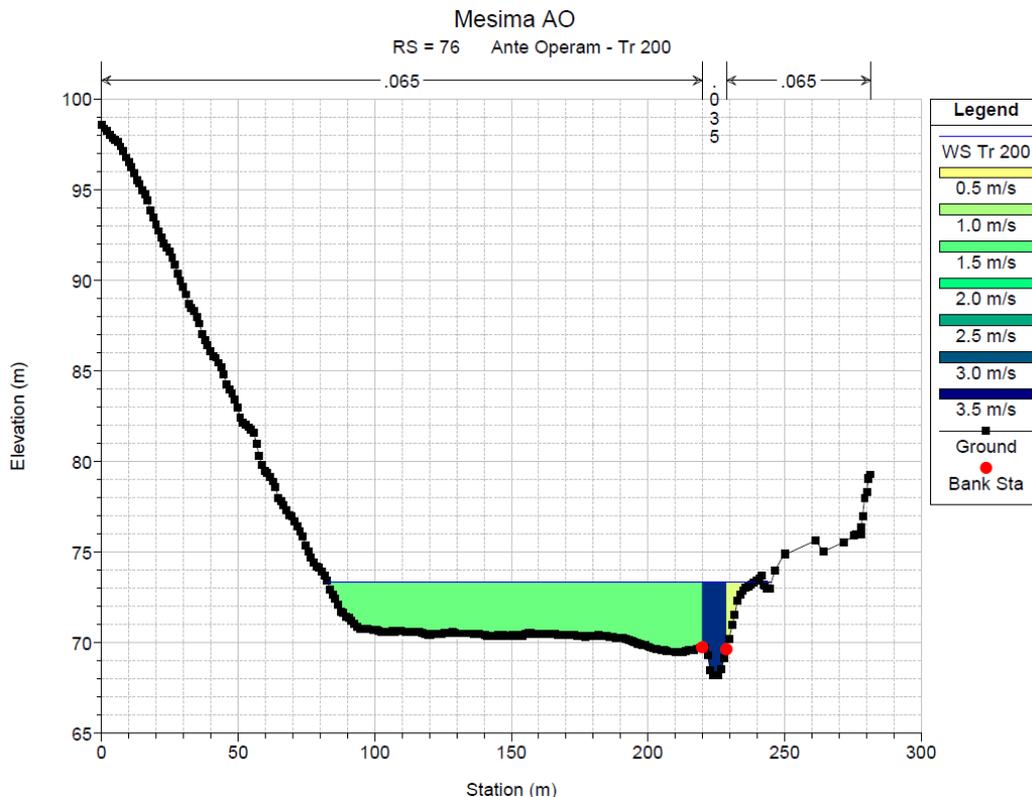


4.2. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 0+900,00

In corrispondenza della progressiva in parola si evidenzia l'interferenza tra l'alveo inciso del fiume e il piede del rilevato autostradale. La configurazione esistente, soprattutto durante la piena del corso d'acqua (velocità di deflusso medie dell'alveo inciso di circa 3,5m/s), può ingenerare fenomeni erosivi indesiderati del corpo stradale.



Relazione Generale



4.3. Viadotto Mesima 1

Proseguendo verso valle, la piena del Mesima interessa il rilevato della SA RC che funziona da sponda in destra idraulica. Subito a valle troviamo la prima opera di scavalco denominata Mesima 1. Si tratta di un lungo viadotto di 520m complessivi su più campate. Le pile sono a fusto circolare con pulvini pseudo rettangolari. Dalla documentazione fornita si evince che le opere sono fondate su plinti rettangolari e pali di grande diametro. In corrispondenza della prima spalla del viadotto Mesima 1 il fiume piega in destra idraulica formando un'ampia ansa con il rilevato della vecchia SA RC.

Sulla base delle simulazioni esperite si evidenzia una criticità nella prima parte a nord dell'opera dovuta all'altezza del pelo libero della piena duecentennale che si colloca a ridosso dell'intradosso dell'impalcato. La prima spalla posta a monte risulta interessata dal deflusso idrico. I livelli idrici sono tali da interessare pienamente i pulvini delle pile. Questo provoca ulteriori effetti negativi sul deflusso considerata la forma dei pulvini e l'angolo di attacco con la corrente che risulta particolarmente sfavorevole. La vicinanza inoltre dei pulvini gemelli dei due impalcati costituisce una significativa barriera al deflusso favorendo l'accumulo e l'intrappolamento di eventuale materiale trasportato dalla corrente.



Considerata la configurazione descritta sono prevedibili importanti azioni di scalzamento fondazionale e di spinta idrodinamica sulle opere.

A valle della terza pila le condizioni di deflusso migliorano essendo l'altezza libera tra opera e alveo nettamente superiore. Il deflusso idrico, infatti, interessando la parte circolare dei fusti delle pile ne risulta molto meno perturbato. In questa seconda parte del viadotto il franco idraulico rispetto all'intradosso dell'impalcato risulta superiore al metro.

4.4. Viadotto Mesima 2

Si tratta di un'opera in viadotto di complessivi 97,50m su tre campate. Dalla documentazione fornita si evince che le fondazioni sono in parte su micropali in parte su pali di grande diametro ed in parte con fondazione a pozzo. Le pile sono a fusto circolare e l'altezza dei fusti risulta molto esigua. Questo, rapportato ai livelli di corrente idrica previsti che interessano completamente i pulvini determina una configurazione assimilabile a delle pile a "setto" non sagomate con angolo di attacco sfavorevole.



L'altezza tra intradosso dell'impalcato e la quota di scorrimento del fiume Mesima risulta estremamente ridotta. La situazione è ulteriormente aggravata dall'andamento meandriforme del corso d'acqua che presenta una doppia ansa a cavallo dell'opera. Questa configurazione determina un deflusso di piena direzionato obliquamente all'asse viario con interessamento dei pulvini delle pile e delle due spalle.

L'altezza libera sotto l'impalcato risulta assolutamente insufficiente al deflusso della piena duecentennale; la presenza dei pulvini impostati praticamente al piano campagna; l'orientamento dei pulvini a sfavore di corrente; la vicinanza e la disposizione planimetrica degli stessi pulvini determinano di fatto la quasi totale occlusione della luce libera. La situazione complessiva è molto critica sia per il rischio di allagamento della sovrastante carreggiata sia per il rischio di danneggiamento dell'opera stradale.



La piena di progetto tende a mandare in pressione l'opera con sormonto dell'impalcato da parte della vena fluida. Le velocità massime del flusso idrico si attestano su valori molto elevati (6/7 m/s). Considerata la configurazione descritta sono prevedibili importanti azioni di scalzamento fondazionale e di spinta idrodinamica sulle opere.

Il rilevante effetto di rigurgito provocato dall'opera ingenera elevati tiranti idrici nella parte posta a monte. I livelli raggiunti sono tali da sormontare la carreggiata. L'effetto di rigurgito tende ad esaurirsi risalendo verso monte.

4.5. Viadotto Mesima 3

Proseguendo verso valle, la piena del Mesima interessa il rilevato della SA RC che funziona da sponda in sinistra idraulica. Subito a valle troviamo il viadotto Mesima 3. Si tratta di un viadotto



di 97,50m complessivi su 3 campate. Le pile sono a fusto circolare con pulvini pseudo rettangolari. Dalla documentazione fornita si evince che le opere sono fondate su plinti rettangolari e pali di grande diametro. Il deflusso di piena impegna l'opera di scavalco con una direzione angolata. L'alveo inciso procede verso l'opera con andamento sinuoso formando un'ansa in corrispondenza della spalla lato Salerno che risulta in parte protetta dal rilevato e dalle opere di presidio al piede della vecchia SA RC.

Sulla base delle simulazioni esperite si evidenzia un franco idraulico rispetto all'intradosso dell'impalcato superiore al metro. Anche in questo caso, i livelli idrici sono tali da interessare e lambire la parte bassa dei pulvini delle pile. Questo provoca effetti negativi sul deflusso considerata la forma dei pulvini e l'angolo di attacco con la corrente che risulta sfavorevole.

Considerata la configurazione descritta sono prevedibili, anche in questo caso, importanti azioni di scalzamento fondazionale e di spinta idrodinamica sulle opere.

4.6. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 6+600,00

Il tratto in esame si trova subito a monte della confluenza tra fiume Mesima e fiume Marepotamo. In questo tratto l'alveo di piena risulta molto ampio (larghezza superiore a 650m). L'alveo inciso del fiume Mesima risulta dislocato in posizione molto ravvicinata rispetto al rilevato della SA RC. L'interferenza risulta acuirsi in corrispondenza del cavalcavia posto alla Pr 6+591,21. La configurazione esistente e quella derivante dal futuro completamento del cavalcavia, soprattutto durante la piena del corso d'acqua (velocità di deflusso medie dell'alveo inciso di circa 3,5m/s), può generare fenomeni erosivi indesiderati del corpo stradale.

4.7. Viadotto Mesima 4

Nell'ambito della presente relazione idraulica è emersa una particolare criticità di questo tratto autostradale compreso tra la confluenza tra il fiume Mesima e Marepotamo e il Km 378+500 (fine lotto). In tale tratto, l'autostrada esistente attraversa il corso d'acqua principale in viadotto (Mesima 4). Ci troviamo subito a valle della confluenza con il fiume Marepotamo ed in ragione di ciò il regime idraulico della piena di progetto cambia radicalmente con un forte incremento di portata. Considerata la complessità morfologica del tratto in esame si è reso necessario una modellazione idraulica in regime di moto vario.

Il viadotto in esame ha una lunghezza complessiva di circa 97,50m su tre campate. Le pile sono a fusto circolare con pulvini pseudo rettangolari. Dalla documentazione fornita si evince che le opere sono fondate su plinti rettangolari e pali di grande diametro. L'alveo inciso del fiume tende a spostarsi verso la spalla lato Salerno ingenerando lato monte un progressivo e pericoloso avvicinamento al quarto di cono del rilevato stradale (tale tendenza evolutiva è anche riscontrabile confrontando i vecchi catastali con l'odierna configurazione planimetrica).



Dalle simulazioni esperite emerge che la piena di progetto a monte del Mesima 4 tende a scavalcare la SP58 e ad invadere le aree latitanti al rilevato della SA RC. Quota parte della portata in transito impegna il viadotto Mesima 4 e si trasferisce nella porzione di territorio posto a valle. Anche a valle del viadotto il flusso idrico tende a superare la SP58 e ad invadere le aree comprese tra strada provinciale e il rilevato della SA RC.

La quota parte di portata che sormonta la SP 58 nel tratto posto a monte del viadotto Mesima 4 determina un progressivo innalzamento dei livelli idrici nella porzione di territorio delimitata a nord – ovest dal rilevato della SA RC. Tale area risulta essere chiusa a valle dall'intersezione tra il rilevato autostradale ed il versante a Sud. La portata defluente (dell'ordine dei 680mc/s) non riesce a transitare attraverso i tombini esistenti che attraversano il corpo del rilevato essendo questi anche laterali al flusso.

I livelli idrici, quindi, si accumulano e si innalzano rapidamente fino a raggiungere le quote della carreggiata stradale. Questi superano le quote del rilevato autostradale a partire dalla Pr 8+000,00 circa determinando lo sfioro della portata verso l'alveo ordinario del fiume. In estrema sintesi il fiume Mesima tende a riappropriarsi del suo alveo di piena originario scavalcando la SA RC. La sollecitazione idrodinamica indotta dal deflusso idrico che sormonta l'autostrada e si riversa a valle sulla scarpata del rilevato può mettere in crisi la stabilità stessa del rilevato.

Le parti in rilevato poste a monte del viadotto Mesima 4 risultano anch'esse completamente interessate dalla piena di progetto ed hanno un franco idraulico rispetto alla quota della carreggiata al limite di sicurezza; la stessa opera di scavalco in viadotto risulta impegnata da livelli idrici che si attestano a ridosso dell'intradosso dell'impalcato con un franco idraulico superiore al metro. Questa configurazione implica l'interessamento da parte del flusso idrico di piena dei pulvini esistenti che determinano un evidente perturbazione al deflusso avendo forma scarsamente idrodinamica e angolo di attacco inclinato. La vicinanza delle pile gemelle dei due impalcati, il franco idraulico scarso ed il coinvolgimento dei pulvini tendono a favorire l'accumulo di eventuale materiale trasportato dalla corrente con conseguente eventuale riduzione delle luci libere di deflusso. Considerata la configurazione descritta sono prevedibili importanti azioni di scalzamento fondazionale e di spinta idrodinamica sulle opere.

4.8. Verifiche idrauliche stato attuale

Di seguito si riportano le verifiche del franco idraulico tra piena bicentenaria ed intradosso degli impalcati dei 4 viadotti analizzati.

Nella tabella seguente sono riportati i relativi dati numerici.



Progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC

Relazione Generale

Nome opera	Opera			Piena duecentennale Ante Operam					
	quota intradosso minima $h_{i,min}$	quota intradosso massima $h_{i,max}$	quota base pulvino	quota idrica h_w	Velocità v_w	$0.5 v_w^2/2g$	$\Delta H_{min}=h_{i,min}-h_w$	$\Delta H_{max}=h_{i,max}-h_w$	Franco richiesto ΔH_f
Viadotto mesima 1 - spalla SA	71.65	-	-	72.65	3.02	0.23	0.00	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 1	72.26	-	69.00	72.53	2.58	0.17	0.00	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 2	73.23	-	69.93	72.49	2.23	0.13	0.74	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 3	74.16	-	70.96	71.52	4.36	0.48	2.64	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 4	74.87	-	72.05	70.86	2.86	0.21	4.01	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 5	76.32	-	73.13	70.80	1.83	0.09	5.52	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 6	77.30	-	74.35	70.57	2.41	0.15	6.73	-	1.00
Viadotto mesima 1 - spalla RC	77.92	-	-	70.51	2.34	0.14	7.41	-	1.00
Viadotto mesima 2	65.23	66.42	63.01	68.54	7.70	1.51	0.00	0.00	1.51
Viadotto mesima 3	58.54	59.25	55.96	57.07	3.60	0.33	1.47	2.18	1.00
Viadotto mesima 4	46.54	46.94	43.97	45.03	4.17	0.44	1.51	1.91	1.00

Si noti che, come già anticipato, i franchi idraulici minimi rispetto all'intradosso degli impalcati sono in generale scarsi (vicini ad 1m) o nulli.

Dal confronto tra le quote minime di impostazione dei pulvini e le quote del tirante idrico di piena si evince che i pulvini delle pile sono sempre interessati dalla piena di progetto tranne che per le pile 4,5 e 6 del viadotto Mesima 1.

5. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA E DI DIFESA DELLE OPERE AUTOSTRADALI IN PROGETTO

Allo scopo di migliorare l'assetto idraulico attuale si prevedono nel presente progetto una serie di opere di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali.

5.1. Interventi anti erosivi sui rilevati

Considerato che il corpo del rilevato della SA RC funziona quasi sempre da sponda per la piena di progetto, si prevede la realizzazione di una serie di interventi volti a migliorare la durabilità delle opere nei confronti di possibili processi erosivi indotti dal corrente idrica.

Per la protezione del corpo del rilevato da fenomeni di erosione indotti dall'azione della corrente, è stata condotta un'analisi sulla vulnerabilità dei rilevati alle azioni di trascinamento. A partire

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.



Pag. 23 di 61



dalla caratterizzazione dei terreni costituenti i rilevati, ottenuta a partire dai sondaggi eseguiti lungo il tratto autostradale in esame (campagna 2017), è stata valutata la resistenza che le scarpate sono in grado di opporre alle eventuali azioni di trascinarsi della corrente idrica di piena, questa è stata confrontata con le tensioni agenti determinate secondo il metodo delle tensioni di trascinarsi.

A fronte delle possibilità di mancato inerbimento dei rilevati o del danneggiamento delle coltri superficiali, e per garantire in generale una maggiore protezione dei rilevati, rivelatisi per la natura dei terreni intrinsecamente vulnerabili al fenomeno analizzato, è stata prevista la realizzazione di un apposito intervento antierosivo in grado anche di consentire e facilitare l'attecchimento vegetativo.

In particolare, si prevede la posa in opera sulla scarpata del rilevato di un apposito geocomposito metallico costituito da rete a doppia torsione tipo 8x10 filo dal diametro di 2.70/3.70mm (diam. int./est.) (EN 10223-3; EN 10218) rivestito in lega Galmac (ZN-5%AL) (EN 10244 - classe A) ed ulteriore rivestimento in PVC accoppiata in fase di produzione ad una geostuoia tridimensionale in filamenti di polipropilene. Il geocomposito sarà fissato alla scarpata mediante picchetti e funi di ancoraggio sommitali. I valori di resistenza al trascinarsi del sistema previsto si attestano tipicamente su valori prossimi ai 19 kg/mq, al momento dell'installazione senza il contributo dell'inerbimento; con il sistema vegetato, i valori di resistenza si aggirano intorno ai 35 kg/mq.

Si prevede, inoltre, ove necessario, la messa in opera di materassi tipo Reno al piede del rilevato, dove non presenti. La riqualificazione delle opere in gabbioni e materassi esistenti.

Si tiene a rimarcare che gli interventi previsti sono prettamente volti a contrastare eventuali fenomeni erosivi indotti dalla corrente sul corpo del rilevato e non incidono quindi in generale sulla stabilità dei rilevati esistenti.

5.2. Tratto compreso tra Pr 0+000,00 e 0+350,00

La tracimazione della piena duecentennale sulla carreggiata della SA RC non è risolvibile con interventi di sistemazione idraulica essendo dovuta essenzialmente alla presenza dell'ostruzione causata dal vecchio viadotto della SP 10 e dal relativo rilevato di approccio.

Al fine, tuttavia, di migliorare le condizioni di deflusso e di ridurre conseguentemente il rischio idraulico dell'area in argomento, si prevede in questa sede la demolizione della rampa esistente che consentiva, dalla SP10, l'accesso all'ex area di cantiere.

Il rilevato costituente la rampa in parola, infatti, ostacola in parte il deflusso della piena in corrispondenza del viadotto della SP10, riducendo la luce libera a disposizione della corrente. L'intervento consente una riduzione dei tiranti idrici a monte dell'opera di circa 0,50 cm.

L'intervento consente la mitigazione della situazione di rischio riscontrata. Permane, tuttavia, il sormonto della carreggiata della SA RC da parte della piena duecentennale in corrispondenza del cavalcavia della SP10.



5.3. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 0+900,00

Si prevede un intervento di sistemazione idraulica dell'alveo inciso. Questo verrà riprofilato ed allontanato dal sedime dell'infrastruttura viaria. La nuova configurazione verrà fissata mediante rivestimento dell'alveo con scogliera rinverdita costituita da massi di grande diametro.

5.4. Viadotto Mesima 1

Sono stati previsti una serie di interventi di sistemazione e difesa idraulica tesi a riordinare l'alveo di piena e l'alveo inciso del corso d'acqua posto a cavallo dell'opera di attraversamento. In particolare, le opere a farsi consentiranno di reindirizzare il flusso idrico, allontanando, per quanto possibile, le parti sede del deflusso principale dai punti maggiormente critici.

Si prevede, quindi, la realizzazione di un'opera spondale di presidio e reindirizzamento della corrente in corrispondenza del rilevato stradale di monte posto in destra idraulica. Quest'opera consentirà di allontanare il deflusso idrico dalla spalla lato SA e dal relativo rilevato a tergo.

Si prevede, inoltre, la prosecuzione delle opere spondali in gabbionate su tutto lo sviluppo della sistemazione in destra e sinistra idraulica. Questo provvedimento, accompagnato alla ricalibrazione del fondo alveo, alla fissazione ed alla regolarizzazione dell'alveo inciso mediante scogliera consente un abbassamento generalizzato del tirante idrico dell'ordine del metro rispetto alla situazione attuale. Questo comporta evidenti benefici in termini di maggiori franchi idraulici rispetto all'intradosso dell'impalcato. Nella prima parte a nord del viadotto permane tuttavia l'interessamento dei pulvini da parte della piena di progetto con tutte le criticità associate. Sono previste una serie di soglie di fondo in grado di fissare la quota dell'alveo.

Si prevede, in ultimo, il placcaggio dei plinti delle pile e delle spalle lato SA con massi ciclopici al fine di contrastare e ridurre i fenomeni di scalzamento.

5.5. Viadotto Mesima 2

La logica di intervento ricalca quella utilizzata per il viadotto Mesima 1. Le opere previste prevedono la regolarizzazione dell'alveo inciso mediante sistemazione idraulica con scogliera.

Le regolarizzazione e la ricalibratura dell'alveo di piena mediante opere spondali con gabbionate. Le spalle a monte e a valle e la relativa porzione di rilevato vengono protette mediante opere di presidio e reindirizzamento del flusso idrico. Anche in questo caso si prevede il placcaggio delle pile e delle spalle con massi ciclopici.

L'insieme delle opere idrauliche previste consente l'abbassamento generalizzato del tirante idrico che si ripercuote verso monte per un lungo tratto. L'abbassamento del pelo libero calcolato nella condizione post operam risulta consistente. Il viadotto tende comunque ad andare in pressione e quindi permangono tutti i rischi correlati precedentemente analizzati.



5.6. Viadotto Mesima 3

Si prevede la sistemazione dell'alveo inciso mediante adeguata opera in scogliera. Questo consente l'allontanamento del flusso principale dalla spalla di monte posta in sinistra idraulica.

La sistemazione spondale in destra idraulica consente di regolarizzare il deflusso e accompagnarlo verso l'opera di scavalco. La sistemazione si completa con la realizzazione di una soglia di fondo a valle e dal placcaggio delle opere in alveo mediante massi ciclopici. Per la realizzazione della sistemazione spondale in destra idraulica sarà necessaria la predisposizione di un'apposita opera di sostegno.

L'intervento nel suo complesso induce un abbassamento del tirante idrico di circa un 1 metro a monte del viadotto. Questo comporta un miglioramento delle condizioni di deflusso ed un aumento del franco idraulico rispetto all'intradosso dell'impalcato. La base dei pulvini continua ad essere lambita dal pelo libero di piena.

5.7. Interferenza tra alveo inciso e rilevato SA RC alla Pr 6+600,00

Si prevede un intervento di sistemazione idraulica dell'alveo inciso. Questo verrà riprofilato ed allontanato dal sedime dell'infrastruttura viaria. La nuova configurazione verrà fissata mediante rivestimento dell'alveo con scogliera rinverditata costituita da massi di grande diametro.

5.8. Viadotto Mesima 4

Si prevede la sistemazione dell'alveo inciso ed il suo allontanamento dal rilevato e spalla lato SA. La sistemazione prevede un tratto di scogliera che parte subito a valle della confluenza con il Marepotamo. Si prevede, inoltre, un'opera spondale con gabbionate di presidio e reindirizzamento della corrente in corrispondenza del rilevato stradale di monte. L'intervento si completa con una soglia di fondo a valle ed il placcaggio con gettata di massi ciclopici delle opere in alveo.

Gli interventi descritti non influiscono, come prevedibile, sui livelli idrici di piena. Il regime di piena è infatti troppo esuberante rispetto all'assetto morfologico generale per potere essere influenzato dalle opere di sistemazione previste.

Permane il sormonto da parte della piena duecentennale del rilevato autostradale a partire dalla Pr 8+000,00 circa con tutto ciò che ne consegue in termini di effetti negativi anche sulla stabilità del rilevato stesso.

5.9. Verifiche idrauliche post interventi

Di seguito si riportano le verifiche del franco idraulico tra piena bicentenaria ed intradosso degli impalcati dei 4 viadotti analizzati nella situazione post operam.



Progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC

Relazione Generale

Nome opera	Opera			Post Operam					
	quota intradosso minima $h_{i,min}$	quota intradosso massima $h_{i,max}$	quota base pulvino	quota idrica h_w	Velocità v_w	$0.5 v^2/2g$	$\Delta H_{min}=h_{i,min}-h_w$	$\Delta H_{max}=h_{i,max}-h_w$	Franco richiesto ΔH_f
Viadotto mesima 1 - spalla SA	71.65	-	-	72.29	3.48	0.31	0.00	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 1	72.26	-	69.00	71.35	4.80	0.59	0.91	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 2	73.23	-	69.93	71.25	3.42	0.30	1.98	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 3	74.16	-	70.96	70.72	3.70	0.35	3.44	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 4	74.87	-	72.05	70.13	3.77	0.36	4.74	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 5	76.32	-	73.13	69.98	3.14	0.25	6.34	-	1.00
Viadotto mesima 1 - pila 6	77.30	-	74.35	69.46	3.37	0.29	7.84	-	1.00
Viadotto mesima 1 - spalla RC	77.92	-	-	69.19	3.70	0.35	8.73	-	1.00
Viadotto mesima 2	65.23	66.42	63.01	65.99	7.54	1.45	0.00	0.43	1.45
Viadotto mesima 3	58.54	59.25	55.96	55.98	3.47	0.31	2.56	3.27	1.00
Viadotto mesima 4	46.54	46.94	43.97	44.99	4.59	0.54	1.55	1.95	1.00

Dai valori numerici riportati in tabella si evince il miglioramento dei franchi idraulici calcolati.

Permane in generale l'interessamento dei pulvini delle pile.

5.10. Interventi di protezione contro lo scalzamento

Nel presente progetto definitivo, quale provvedimento provvisorio per prevenire e ridurre l'erosione al piede di pile e spalle è stata prevista una gettata di massi di adeguata pezzatura disposti nell'intorno dell'ostacolo posti su un geotessuto di idonea grammatura.

Si tratta di un intervento di protezione "flessibile", la cui funzionalità andrà monitorata nel tempo, soprattutto a seguito di eventi di piena di particolare rilievo. Andranno anche eseguite operazioni di manutenzione periodica e straordinaria tese a mantenere inalterata l'efficienza del sistema di protezione. Trattandosi, inoltre, di un'opera provvisoria che per definizione può subire modificazioni nel tempo, le fondazioni delle opere dovranno comunque essere in grado di sopportare eventuali scalzamenti residui anche al di sotto delle protezioni in rip-rap, come margine di sicurezza in caso di eventuale mobilitazione dei massi di protezione per fenomeni idrodinamici non prevedibili. Appare indicato, quindi, procedere, in ogni caso, alla ricognizione e verifica del sistema fondazionale dei quattro viadotti anche in rapporto agli scalzamenti complessivi attesi.

In generale, la protezione con massi sarà realizzata al di sotto della quota di fondo attuale, mediante scavo, in modo da non creare ulteriore ostacolo al deflusso.

L'imbasamento delle scogliere avverrà sempre sopra la quota di imposta dei plinti delle pile.

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





In corrispondenza delle spalle e dei quarti di cono dei rilevati di approccio si prevede invece, al fine di minimizzare i risentimenti indotti sul sistema fondazionale, di intervenire con l'impiego di tecniche di miscelazione meccanica dei terreni in sito con agenti leganti tipo "Soil mixing. La tecnica utilizzata consentirà al contempo di ridurre i volumi di scavo e di semplificare contestualmente le fasi costruttive dell'opera.

In pratica, nell'intorno delle spalle e delle parti limitrofe dei rilevati, si propone la realizzazione di un trattamento preventivo dei terreni in posto mediante l'impiego di tecniche di miscelazione meccanica in sito tipo "Soil Mixing" accoppiato, in sommità, ad un rivestimento finale costituito da lastre in c.a. avente funzione di rivestimento finale. Il rivestimento permanente costituito dalle lastre in c.a. avrà funzione di "capping" definitivo dei terreni posti a ridosso dei manufatti di attacco ai rilevati, oltre che di rinforzo e collegamento delle colonne di terreno cementato in modo da conferire al sistema un'elevata resistenza in tutte le direzioni.

Ai presenti fini progettuali, in particolare, si prevede la realizzazione di una serie di colonne di terreno cementato realizzate con la tecnica del "Soil Mixing" di diametro nominale 600 mm e lunghezza variabile tra 5 e 8 m. La fila più esterna è costituita da colonne parzialmente sovrapposte, mentre le file interne sono disposte ad intervalli regolari secondo una maglia in grado di garantire anche l'ancoraggio delle lastre in c.a. di rivestimento.

5.11. Conclusioni

Gli interventi previsti in progetto inducono un miglioramento generalizzato delle criticità riscontrate nell'assetto attuale di interazione dell'infrastruttura viaria con le piene del fiume Mesima. Si registra in generale un miglioramento delle condizioni di deflusso della piena con aumento dei franchi idraulici in corrispondenza dei viadotti (Mesima 4 escluso). Si evidenzia anche un sostanziale abbassamento dei livelli idrici in corrispondenza delle parti in rilevato più prossime alle opere di sistemazione previste.

Permangono tuttavia situazioni di forte rischio.

Sulla base delle simulazioni e verifiche condotte è possibile riassumere le seguenti principali criticità ineliminabili con interventi di difesa e sistemazione idraulica:

- Franchi idraulici nulli rispetto agli impalcati di alcuni viadotti;
- Rilevati stradali interessati da tiranti idrici in alcuni casi posti a ridosso del franco minimo di 1 m ed in alcuni tratti traccimati dalla piena duecentennale.

Considerate, inoltre, le caratteristiche geometrie delle opere, i franchi idraulici post operam riscontrati e l'interessamento generalizzato dei pulvini delle pile da parte della piena di progetto, permane la possibilità di eventuali accumuli di materiale galleggiante a ridosso delle opere di



scavalco con eventuale parziale ostruzione delle luci di deflusso e conseguente sopralzo dei tiranti idrici;

Considerate le criticità sopra evidenziate corre l'obbligo di segnalare che appare quanto mai necessario prevedere la chiusura preventiva dell'infrastruttura viaria in concomitanza delle piene rilevanti. A tale scopo si renderà necessario implementare un apposito sistema di monitoraggio dei livelli idrici e delle condizioni meteo a livello di bacino in modo da interdire preventivamente ed automaticamente il transito veicolare nel tratto oggetto di analisi.

Considerate, inoltre, le spinte idrodinamiche prevedibili sulle opere e gli scalzamenti fondazionali residui attesi, si ritiene necessario prevedere un'apposita analisi di verifica strutturale delle opere in viadotto. Tale valutazione dovrà tenere conto dello scalzamento massimo atteso sulle fondazioni delle pile e delle spalle presenti in alveo di piena e della spinta idrodinamica ingenerata dal sopralzo idrico indotto dalla struttura.

Appare utile, inoltre, prevedere un sistema di monitoraggio dei fenomeni di scalzamento sulle opere in alveo e sulle opere di difesa al piede dei rilevati ed in generale dello stato di manutenzione dell'opera e dell'alveo ai fini della funzionalità idraulica. Questo può consentire nel tempo interventi di manutenzione preventiva a difesa del corpo stradale.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Come più compiutamente illustrato nella Relazione Geologica di progetto, il quadro geologico di riferimento dell'area risulta particolarmente complesso.

Il corso d'acqua scorre all'interno di un vasto graben tettonico, la Vallata del Mesima, bordata da faglie che la ribassano rispetto ai due alti strutturali del M. Poro a Ovest e del massiccio delle Serre ad Est.

Il complesso geologico di base che fa da riferimento all'intera zona è quello dei complessi marini del plio-pleistocene sul quale sono sovrapposti più recenti complessi sedimentari di età ed origine diversa, difficilmente riconducibili ad un unico e semplice schema stratigrafico.

In particolare, le successioni marine presenti nella zona presentano spessori nell'ordine delle centinaia di metri ed hanno composizione variabile tra quella delle argille marnose e argille siltose con intercalazioni sabbiose "Pa 2-3" grigio-brune e quella delle sabbie medio fini limose con intercalazioni arenacee "Ps 2-3" di colore grigio-chiaro addensate ed a luoghi debolmente cementate.

Tali depositi affiorano diffusamente sui versanti circostanti la valle del fiume Mesima mentre, in corrispondenza delle zone d'alveo, sono presenti a profondità variabili e comprese tra 15-20 m e 35 m. In tal caso si tratta comunque di terreni di buona consistenza anche a causa di un più o meno elevato grado di consolidazione subito in passato.



Sovrapposti al complesso dei depositi marini si ritrovano depositi continentali sabbioso-ghiaiosi, con livelli superficiali di terre rosse, legati ad ambienti fluviali, di conoide e a glacis.

Nella zona d'alveo, in particolare, la copertura sedimentaria è costituita da terreni appartenenti al Complesso dei Depositi Alluvionali (Termini "a1" e "a2") del Mesima costituiti da termini di diversa composizione granulometrica prevalente, compresi tra le sabbie, sabbie ghiaiose, sabbie limose e limi sabbiosi variamente intercalati e con passaggi dall'uno all'altro non facilmente deducibili.

Come accennato la realizzazione dell'autostrada ha modificato sensibilmente gli schemi stratigrafici iniziali soprattutto nei tratti in sede ed a mezza costa in cui si ritrovano importanti strati di riporto impiegati per la formazione dei corpi di rilevato.

6.1. Indagini disponibili

Campagna di progetto esecutivo Tronco 3° - Tratto 2 (1999). A supporto della progettazione esecutiva delle diverse opere d'arte è stata eseguita una specifica campagna di indagine consistente in n.25 sondaggi a carotaggio continuo, compresi tra 18 e 40 m di profondità, n.17 prove penetrometriche CPT e prove geofisiche del tipo sismiche a rifrazione.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite sistematicamente prove SPT e pressiometriche Menard in foro, e si è proceduto al prelievo di campioni indisturbati su cui sono state eseguite prove di classificazione e caratterizzazione meccanica di laboratorio.

La documentazione tecnica insieme ai certificati di prova sono riportate nell'elaborato "Sondaggi, prove in situ, prove penetrometriche, sismica e prove di laboratorio – Indagini 1999" allegato alla Relazione Geologica.

A completamento di tali dati si dispone dei risultati delle prove di prequalifica e di accettazione (prove di costipamento AASHTO modificate) di laboratorio effettuate sulle terre di rilevato in fase di realizzazione dell'infrastruttura.

Per ciascun settore, in particolare, sono state eseguite, tra l'altro, le seguenti prove:

- Prelievo di campioni rappresentativi di terreni;
- Prove di identificazione e classificazione di laboratorio;
- Prove di costipamento in laboratorio tipo Proctor modificato;
- Prove di densità in sito;
- Prove di carico su piastra.



Indagini per il nuovo svincolo di Laureana di Borrello (anni 2004 e 2009). Per le indagini geognostiche effettuate nell'ambito della progettazione definitiva del nuovo svincolo di Laureana di Borrello si è fatto riferimento alla seguente documentazione messa a disposizione da ANAS:

- Documentazione indagini geognostiche e di laboratorio (Doc. T00GE00GEORE02A)

La documentazione sopraelencata, alla quale si rimanda per maggiori dettagli e approfondimenti, è stata allegata alla presente relazione in un unico elaborato "Sondaggi, prove in situ, prove penetrometriche, sismica e prove di laboratorio – Indagini 2004 e 2009" (Codice T00D00GEORE05A).

Campagna di indagine ANAS 2017. Al fine di caratterizzare i terreni costituenti i rilevati ed i terreni naturali di fondazione nei primi metri al di sotto del piano di imposta, è stata condotta una campagna di indagini integrativa mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo (c.c.) e prove in foro, suddivisa in 2 fasi:

- 1° fase – luglio 2017: 18 sondaggi a c.c. (SA1÷SA18);
- 2° fase – ottobre 2017: 5 sondaggi a c.c. (SB3, SB4, SB5, SB11, SB12).

Nel corso di tutti i sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche standard a punta aperta tipo SPT e sono stati prelevati campioni rimaneggiati, sui quali successivamente sono state condotte determinazioni delle proprietà fisiche e geotecniche in laboratorio.

Nel corso della prima fase sono state inoltre eseguite 4 prove Lefranc a carico variabile, all'interno dei sondaggi SA3L, SA5L, SA12L e SA16L; tutte le prove sono state eseguite alla profondità di 4.5 m dalla testa del foro, all'interno del corpo dei rilevati.

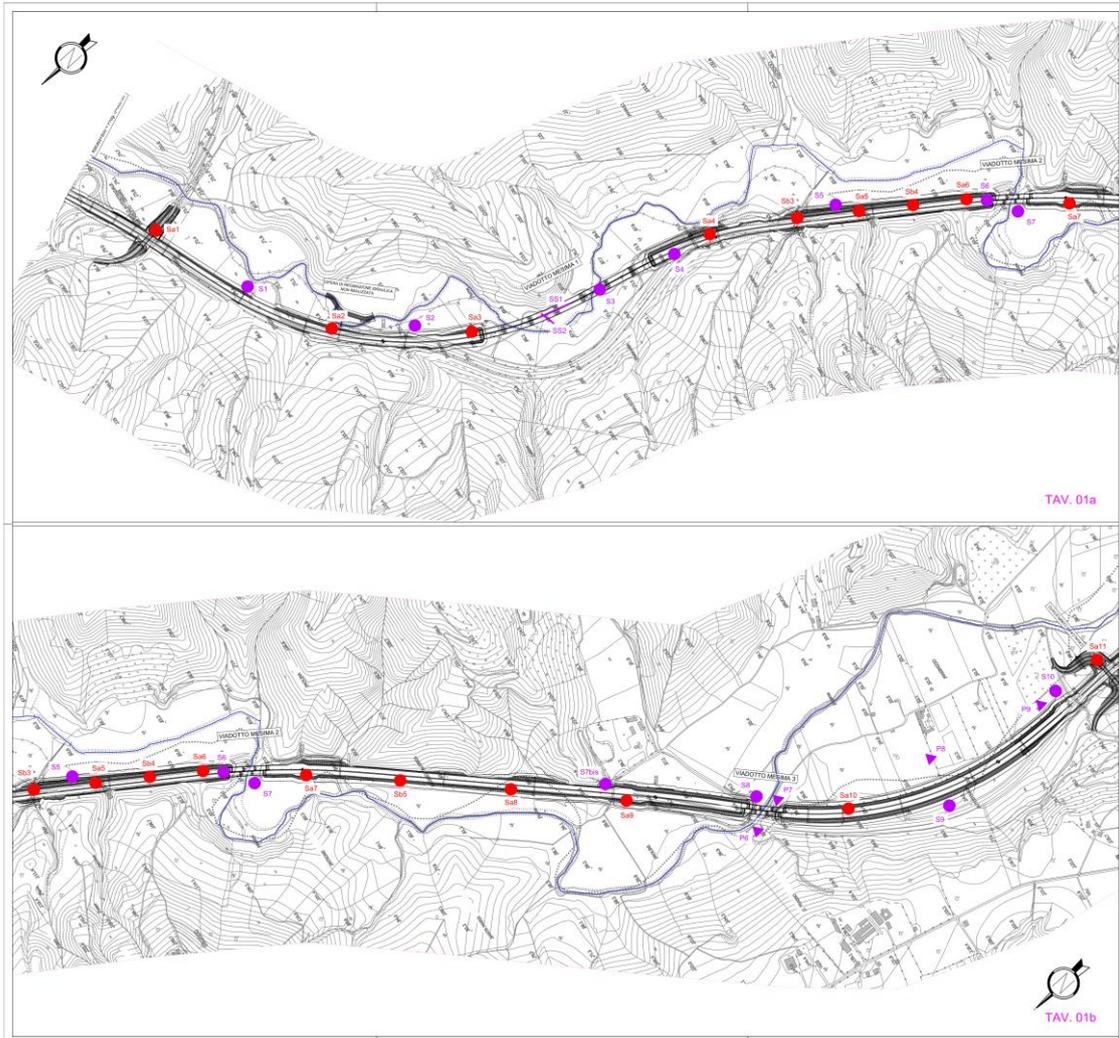
Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti, le risultanze delle prove in situ (prove SPT e Lefranc) e i risultati delle analisi di laboratorio terre sono riportate negli elaborati allegati:

- Stratigrafie dei sondaggi geognostici – Indagini 2017 – Codice T00D00GEORE02A
- Certificati delle prove di laboratorio – Indagini 2017 – Codice T00D00GEORE03A

La disposizione dei sondaggi complessivamente disponibili nei diversi tratti autostradali è riportata nelle figure seguenti.



Relazione Generale



LEGENDA

Indagini Progetto Esecutivo Tronco 3° - Tratto 2° - Lotto 3° - Luglio 1999

- Sn Sondaggio geognostico
- ▼ Pn Prova penetrometrica
- SSn Profili sismici a rifrazione

Indagini ANAS Progetto Definitivo Nuovo Svincolo di Laureana di Borrello - Anni 2004 e 2009

- Sn Sondaggio geognostico
- ▼ CPTn Prova penetrometrica
- MASW MASW

Indagini ANAS 2017

- Sxn Sondaggio geognostico

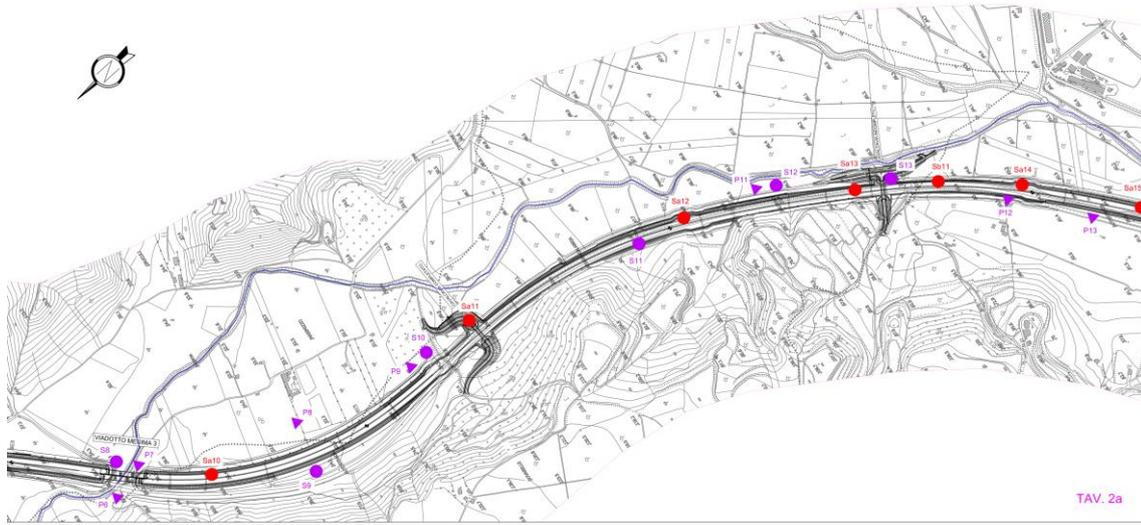
Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.

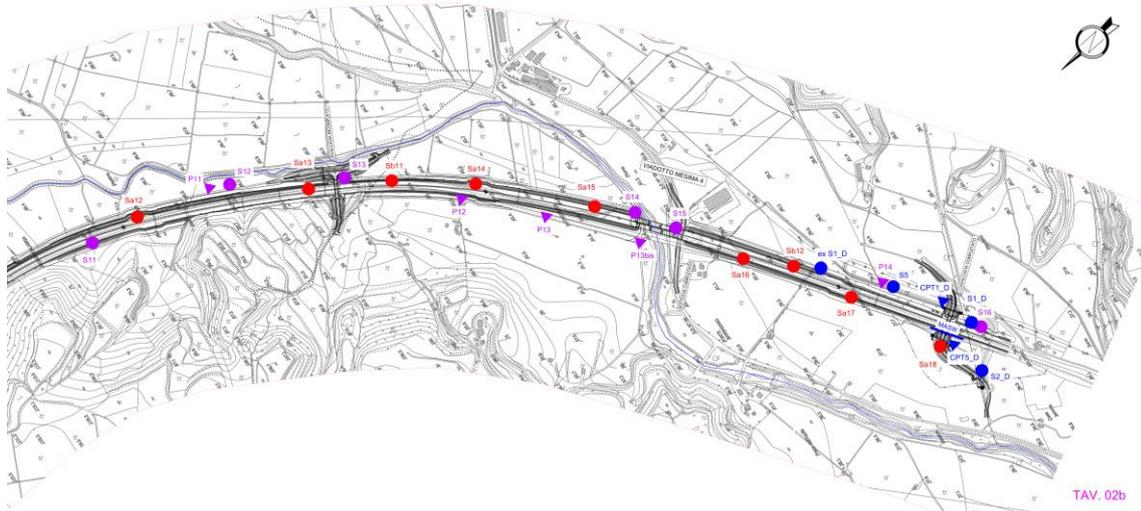




Relazione Generale



TAV. 2a



TAV. 02b

LEGENDA

Indagini Progetto Esecutivo Tronco 3° - Tratto 2° - Lotto 3° - Luglio 1999

- Sn Sondaggio geognostico
- ▼ Pn Prova penetrometrica
- SSn Profili sismici a rifrazione

Indagini ANAS Progetto Definitivo Nuovo Svincolo di Laureana di Borrello - Anni 2004 e 2009

- Sn Sondaggio geognostico
- ▼ CPTn Prova penetrometrica
- MASW MASW

Indagini ANAS 2017

- Sxn Sondaggio geognostico

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





Campagna di indagine ANAS 2019. Nell'estate del 2019, sulla base di specifiche indicazioni dei progettisti incaricati, è stata eseguita una campagna geognostica che ha visto la realizzazione di:

- nr. 7 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati,
- esecuzione di prove SPT in foro e allestimento di piezometri;
- nr. 14 prove penetrometriche dinamiche (DPSH);
- nr. 3 indagini geofisiche (MASW);
- prove di laboratorio geotecnico sui campioni prelevati.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei sondaggi e delle prove di laboratorio eseguite.

Zona	S.	L (m)	SPT	Piezometro	C.R. da SPT	C.R.	Campioni indisturbati	Prove classificazione	Taglio diretto (Picco+residuo)	Prova ELL	Prova edometrica
Mesima 1	S1N	20	4	1	4		4	7	2	1	
	S2N	20	4	1	4			4			
	S3N	30	5	1	5		2	7	2	1	1
	SP1	15	3		3		1	4	1	1	
Mesima 2	SP2	15	3	1	3	3	1	7	1		1
Mesima 3	S4N	30	5	1	5		5	10	4	5	1
Mesima 4	SP3	15	4	1	4		1	5	1		1

Nell'elaborato "Sondaggi, prove in situ, prove penetrometriche, sismica e prove di laboratorio – Indagini 2019" (GEO_RE_08) sono riportate tutte le indagini effettuate, le stratigrafie, le elaborazioni delle prove penetrometriche e delle MASW, oltre che i certificati di laboratorio.



7. GEOTECNICA

E' stato definito il modello geotecnico di riferimento per la progettazione delle nuove opere spondali di "presidio" e di "reindirizzamento della corrente" specificatamente previste per migliorare il deflusso delle piene del fiume Mesima in corrispondenza dei viadotti "Mesima 1" e "Mesima 3" del tratto autostradale dell'autostrada SA-RC fra il km 369+800 e il km 378+500.

Le opere si inseriscono in un quadro geologico ed ambientale, qual è quello del fondovalle del fiume Mesima, particolarmente complesso in quanto profondamente modificato nei suoi schemi iniziali dagli stessi lavori di costruzione dell'autostrada, ma nell'insieme ben studiato in quanto supportato da numerosi dati stratigrafici e geotecnici, oltre che da dati ed informazioni desunte durante i lavori di costruzione delle opere.

Considerati i caratteri degli interventi, una particolare cura è stata posta alla ricostruzione dei rapporti stratigrafici dei terreni alluvionali e dei versanti che si affacciano in destra idrografica in corrispondenza degli attraversamenti in viadotto oggetto di provvedimento.

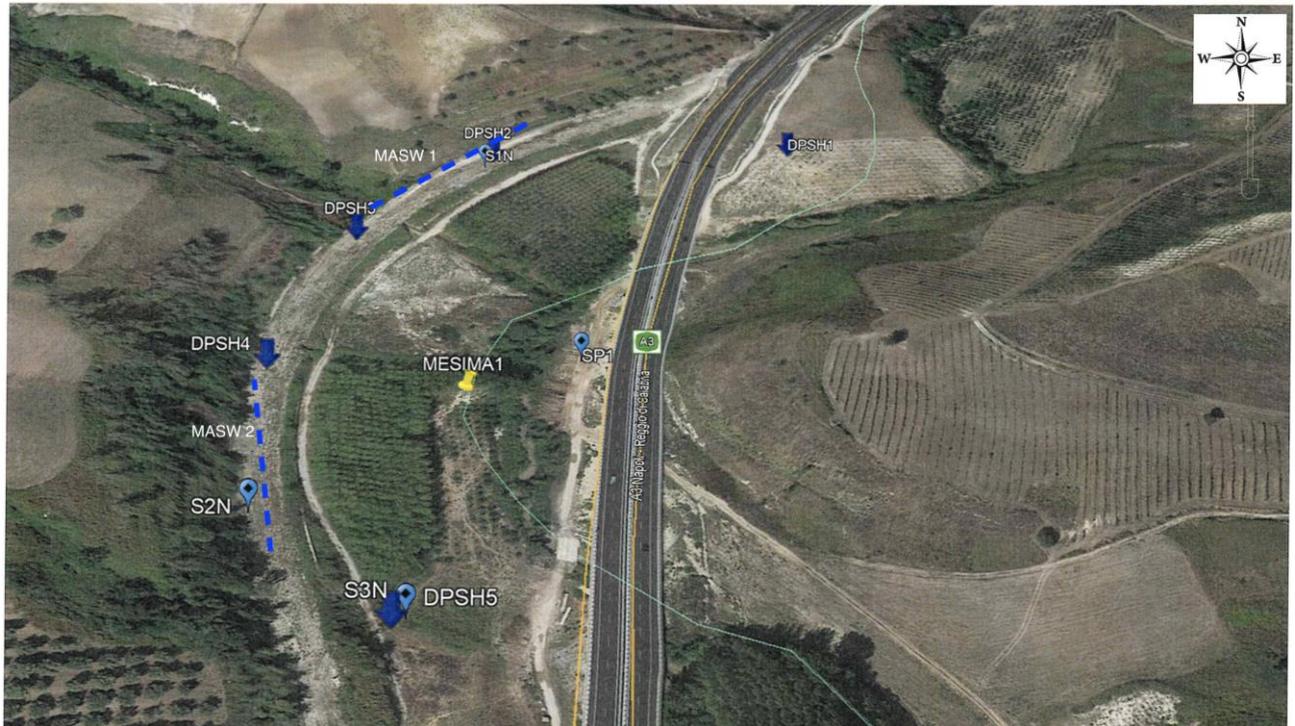
A tal fine sono stati raccolti e reinterpretati i dati stratigrafici disponibili nell'area forniti da campagne di indagini eseguite in passato a supporto delle fasi progettazione del lotto in questione.

Dall'insieme delle risultanze, ove possibile, è stato quindi possibile far derivare un modello geotecnico del sottosuolo basato sull'interpretazione delle prove disponibili sufficientemente rappresentativo per sostenere la verifica delle condizioni di stabilità e di sicurezza delle opere ai sensi dalla vigente normativa di cui al DM 17-01-2018.

Nel caso dell'importante opera di sostegno prevista al piede del versante nei pressi del viadotto Mesima 3 finora non coperto da indagini specifiche, in questa fase si è dovuto necessariamente estrapolare i dati e le informazioni disponibili. Il modello adottato nelle analisi, sia pure impostato su criteri prudenziali e cautelativi, dovrà essere supportato e verificato da una specifica campagna di indagine integrativa da effettuarsi a sostegno della progettazione esecutiva.

7.1. Mesima 1

Si riporta nell'immagine seguente l'esatta ubicazione delle indagini utili a caratterizzare i terreni in corrispondenza del Viadotto Mesima 1.



Disposizione planimetrica delle indagini

In relazione ai risultati ottenuti dalle prove in situ ed in laboratorio è possibile definire le seguenti macro unità geotecniche di riferimento per la costruzione del modello geotecnico di calcolo:

- SL sabbie limose, presenti nella zona d'alveo del fiume Mesima con altezza del banco variabile e che va riducendosi verso le pendici laterali sino a scomparire. È caratterizzata da una granulometria che va dalle sabbie limose sino a trovanti della dimensione dei ciottoli e di colore marrone. Si presentano con una coesione praticamente nulla ed in forma non plastica. La frazione di sabbia è predominante rispetto alle altre.
- AL argille limose, costituente il substrato nella zona d'alveo ma affiorante a piano campagna nella zona a monte dello stesso. È caratterizzata da una granulometria fine con la frazione argillosa predominante e visibile anche nel colore grigio. Si presentano quasi sempre in condizioni di stato plastico e consistenza da molle a semisolidi in profondità. Al suo interno si trovano comunque livelli sparsi in cui la frazione delle sabbie cresce sino a diventare paragonabile a quella delle argille.
- CT coltre superficiale, presente nella zona di monte nel versante e localizzata ad alcune aree evidentemente poste in loco da movimenti franosi già avvenuti. Si presentano con



Relazione Generale

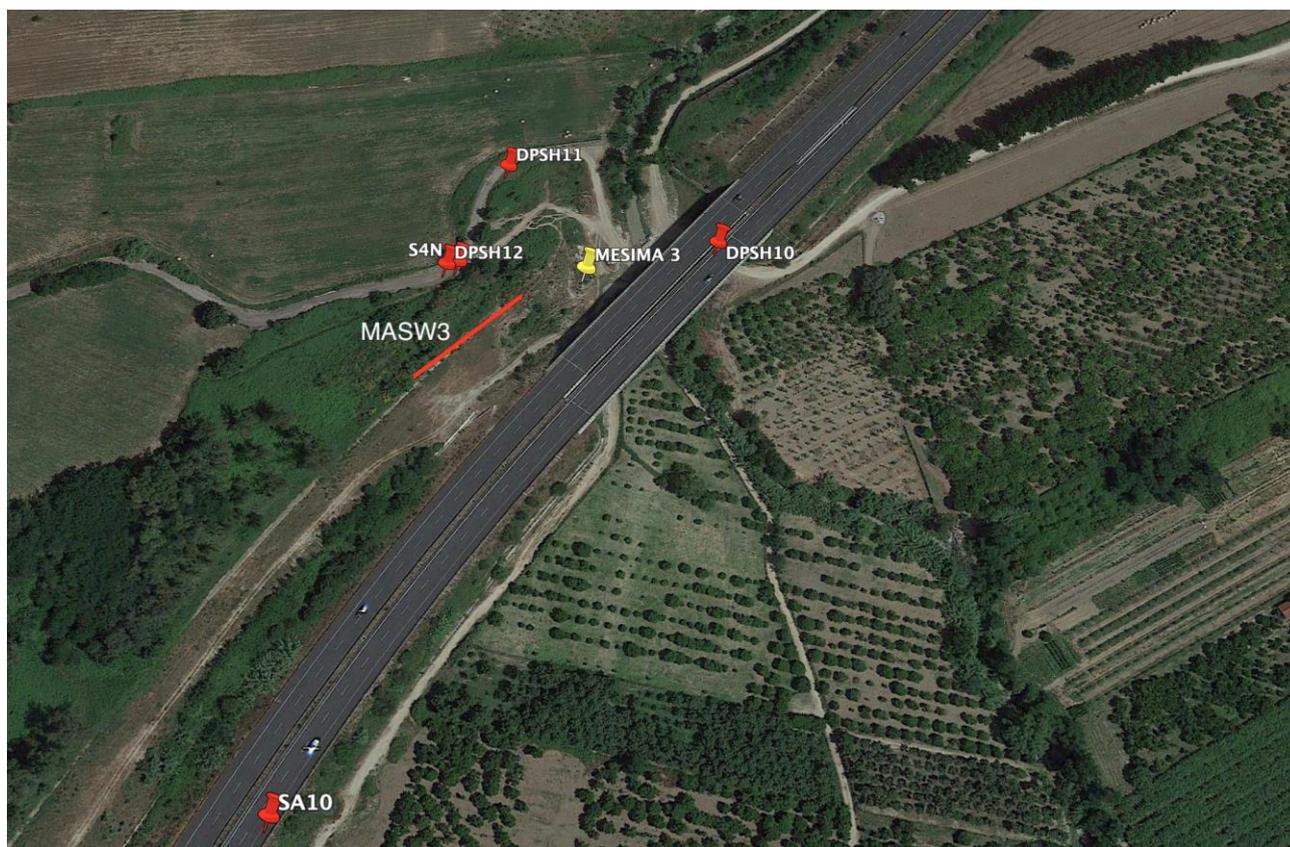
una resistenza bassa caratterizzata dalla resistenza al taglio residua dell'unità geotecnica principale AL.

A seguire si riporta una visione delle unità geotecniche disposte nei sondaggi geognostici presentati ai paragrafi precedenti e quindi i parametri fisico meccanici di riferimento.

U.G.	γ_s [kN/m ³]	n	γ_d [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	E_{ed} [MPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	k [m/s]	k [m/d]
CT	26.5	0.47	14.0	18.7	5	23	0	10	1.5E-07	1.3E-02
AL	26.5	0.44	14.8	19.2	5	27	25	50	1.0E-07	8.6E-03
SL	27.0	0.40	16.20	20.2	15	30	0	-	1.0E-06	8.6E-02

7.2. Mesima 3

Si riporta nell'immagine seguente l'esatta ubicazione delle indagini utili a caratterizzare i terreni in corrispondenza del Viadotto Mesima 3.



Disposizione planimetrica delle indagini

In relazione ai risultati ottenuti dalle prove in situ ed in laboratorio è possibile definire le seguenti macro unità geotecniche di riferimento per la costruzione del modello geotecnico di calcolo:

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





Relazione Generale

- SA sabbie e argilla, sabbie con argilla con presenza di limo costituente il deposito fluviale
- LAs Limi con argille, costituente il substrato
- RIP terreno di riporto, costituente il rilevato autostradale
- CLM colmata, materiale costituente la colmata di riporto di progetto

A seguire si mostra la caratterizzazione fisico – meccanica di progetto delle unità geotecniche identificate

Unità geotecnica

RIP	rilevato stradale
CLM	colmata
SA	sabbie con argille limose
LAs	Limi con argille sabbiosi

U.G.	γ_s [kN/m ³]	n	γ_d [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	E' [MPa]	n	E _{ed} [MPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	k [m/s]	k [m/d]
RIP	26.0	0.30	18.2	21.2	20.0	0.26	24.6	40	0	1.0E-04	8.6E+00
CLM	27.0	0.42	15.7	19.9	3.0	0.37	5.2	25	0	1.0E-06	8.6E-02
SA	26.6	0.45	14.6	19.1	5.0	0.33	7.5	30	0	5.0E-06	4.3E-01
LAs	26.4	0.46	14.3	18.9	10.0	0.37	17.3	25	20	1.0E-07	8.6E-03

8. SISMICA

8.1. Pericolosità sismica di base

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “*pericolosità sismica di base*” del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

La valutazione della pericolosità sismica viene fatta utilizzando i dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ed impiegati per la redazione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Considerando che la vita nominale dell'opera (V_N) è pari a 50 anni e che il coefficiente d'uso C_U è pari a 2.0, si ha quale periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = C_U \cdot V_N = 100$ anni.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica si ricava con la seguente espressione:

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

dove P_{V_R} è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento che è tabellata in funzione dello stato limite considerato:

Stati Limite		P _{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V _R
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Trattandosi di opere geotecniche, il dimensionamento deve essere eseguito con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). Considerando la probabilità di superamento corrispondente a SLV, si ottiene un tempo di ritorno pari a 949 anni circa. A tale tempo di ritorno nel sito in esame corrisponde una accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido a_g piuttosto bassa e pari a 0.357 g circa.

8.2. Accelerazione massima attesa

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

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

Il valore massimo dell'accelerazione a_{max} è calcolato sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche proprie del sito attraverso la relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = S \cdot a_g$$

in cui:

- S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica calcolato secondo la Tabella 3.2.IV del DM 17/01/18, variabile per ogni stato limite di riferimento;



Progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC

Relazione Generale

- S_T = coefficiente di amplificazione topografico calcolato considerando le condizioni topografiche del sito secondo Tabella 3.2.V;

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione può essere effettuata ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ definita dall'espressione (Tab. 3.2.II):

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

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1 – Azione sismica ai sensi DM08 - Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





Sulla base di quanto precedentemente rappresentato le opere in progetto insistono su differenti quadri geologici ed ambientali; in quanto segue, sia pure in mancanza di indagini dirette, sono state ipotizzate le classi di sottosuolo per i due casi di intervento.

Nel caso dell'opera sul Mesima 1, ai terreni alluvionali e di riporto, in particolare, può essere attribuita una classe di sottosuolo di tipo C a cui compete un valore del "coefficiente di amplificazione stratigrafica" pari a circa $S_s = 1.18$.

Nel caso del versante retrostante il Mesima 3, i dati geologici a vasta area evidenziano la presenza di depositi argillosi plio-pleistocenici *Pa2-3* da consistenti a molto consistenti per cui può essere attribuita una classe di sottosuolo di tipo B a cui compete un valore del "coefficiente di amplificazione stratigrafica" pari a $S_s = 1.05$.

Per entrambi i casi, i versanti e le scarpate soprastanti le opere di sostegno sono caratterizzati da inclinazioni per lo più modeste o al più nell'ordine di 15° . Trattandosi di opere impostate al piede del versante stesso, per l'azione sismica di progetto, in ottemperanza al § 3.2.3.2.1 può essere ragionevolmente assunto un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T unitario.

Il valore dell'accelerazione massima attesa in superficie a_{max} risulta quindi pari a 4.103 m/s^2 .

9. REALIZZAZIONE DELL'OPERA

9.1. Cantierizzazione

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede di localizzare un'area di cantiere nella zona limitrofa allo svincolo di Mileto (ex area di cantiere); oltre a 1 area di rimodellamento morfologico che verrà utilizzata per lo stoccaggio dei materiali provenienti da scavo, ubicata in corrispondenza di aree intercluse tra il nuovo asse viario già realizzato e la vecchia SA RC.

In particolare, l'area del cantiere base, che si sviluppa per una superficie di circa 5400mq, comprende sia un'area logistica (uffici, mensa, infermeria, parcheggi, ecc.) sia un'area operativa (zone destinate alle lavorazioni, impianti, officine, magazzini, ecc.).

Per quanto riguarda l'area di rimodellamento morfologico con funzione di area di stoccaggio dei materiali provenienti dagli scavi, questa è stata individuata in corrispondenza della sede della vecchia SA RC, adiacente alla sistemazione prevista sul viadotto Mesima 3 (superficie 60800 mq).

Per quanto attiene la viabilità di cantiere, si prevede di utilizzare il sistema viario esistente (l'Autostrada SA-RC, la viabilità locale, ecc.) per la movimentazione dei materiali dall'area d'intervento ai siti di cava e discarica che verranno individuati.

In merito alla realizzazione delle opere di progetto, si provvederà alla predisposizione di piste di cantiere nelle immediate adiacenze della SA RC attualmente in servizio, ad uso pressoché esclusivo dei mezzi d'opera, che verranno impiegate solo per il tempo necessario all'esecuzione



dei lavori e che, pertanto, saranno oggetto di esproprio temporaneo. Verrà definita una viabilità interna al cantiere, per la movimentazione di terre e rocce da scavo destinate al riutilizzo all'interno dello stesso cantiere, ai sensi dell'Art. 24 del DPR 120/2017. Viene definita una seconda viabilità di servizio, per la movimentazione dei materiali di risulta destinati al regime dei rifiuti. Tale viabilità non consente la movimentazione ed il riutilizzo dei materiali internamente al cantiere, secondo l'Art. 24 del DPR 120/2017. I materiali mobilitati mediante tali viabilità saranno dunque gestiti in regime rifiuti ai sensi della Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. privilegiando il conferimento presso siti autorizzati al recupero e, solo secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica.

A conclusione dei lavori di realizzazione delle opere di progetto, le aree in corrispondenza delle quali saranno localizzati il sito di cantiere, in funzione della tipologia di esproprio al quale sono sottoposte verranno risistemate ai fini ambientali.

Per ripristinare l'originaria morfologia di superficie dei terreni interessati dalla localizzazione delle aree di cantiere, nonché dal passaggio dei mezzi d'opera (nuove piste di cantiere), i terreni dovranno essere preventivamente scoticati e trattati, allo scopo di evitarne il degrado (perdita di fertilità). In particolare, si dovrà provvedere allo scotico del terreno vegetale, con relativa rimozione ed accatastamento da effettuare o sui bordi delle aree di cantiere (allo scopo di creare una barriera visiva e/o antirumore) o, in alternativa, eseguire lo stoccaggio in siti idonei a ciò destinati (il terreno proveniente dallo scotico dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche); inoltre, dovrà essere effettuato l'espianto delle alberature esistenti.

Le attività previste per ripristinare i suoli interessati dalla localizzazione dell'area di cantiere sono le seguenti:

- estirpazione delle piante infestanti e ruderali che si sono insediate durante le fasi di lavorazione;
- ripristino del suolo, consistente nella rippatura o nell'eventuale aratura profonda, da eseguire con scarificatore, fino a 60-80cm di profondità, laddove si dovesse riscontrare uno strato superficiale fortemente compattato, al fine di frantumarlo per favorire la penetrazione delle radici e l'infiltrazione dell'acqua;
- apporto di terra di coltivo su tutti i terreni da sistemare, allo scopo di costituire uno strato dello spessore di 30cm; a tale proposito, verrà utilizzato il terreno di scotico accantonato prima dell'inizio dei lavori. La piena ripresa delle capacità produttive di tali terreni avrà



Progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC

Relazione Generale

luogo grazie alla posa degli strati di suolo preesistenti in condizioni di tempera del terreno, secondo l'originaria successione, utilizzando attrezzature cingolate leggere o con ruote a sezione larga, avendo cura di frantumare le zolle, per evitare la formazione di sacche d'aria eccessive, oltre che non creare suole di lavorazione e differenti gradi di compattazione che, in seguito, potrebbero provocare avvallamenti localizzati.

Per quanto concerne la fertilizzazione dei terreni di scotico, si utilizzeranno o concimi organo-minerali o letame maturo (500 q/ha); allo scopo di interrare il concime o il letame, si provvederà ad una leggera lavorazione superficiale.

10. AMBIENTE

10.1. Procedure autorizzative ambientali

Il progetto in questione rientra tra le opere elencate nell'Allegato IV "Progetti sottoposti alla Verifica di assoggettabilità di competenza delle regioni" del D. Lgs.vo 152/2006 e ss.mm.ii.:

7. Progetti di infrastrutture

o) opere di regolazione del corso dei fiumi e dei torrenti, canalizzazione e interventi di bonifica ed altri simili destinati ad incidere sul regime delle acque, compresi quelli di estrazione di materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale.

Pertanto è stata redatta una relazione (Studio Preliminare Ambientale per la Verifica di Assoggettabilità ai sensi dell'Art. 19 del D. Lgs.vo 152/2006 e ss.mm.ii.) secondo quanto riportato nell'Allegato IV-bis "Contenuti dello Studio Preliminare Ambientale di cui all'articolo 19 del D. Lgs. 104/2017 (Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114), nell'ambito del progetto definitivo avente come oggetto gli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali dell'Autostrada Salerno-Reggio Calabria relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500.

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.



Pag. 43 di 61



Nell'ambito di tale Studio Preliminare Ambientale sono state analizzate le caratteristiche ambientali dell'area, valutati gli impatti ambientali attesi sia per la fase di esercizio che di cantiere, definiti e progettati gli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale sia per la fase di esercizio che di cantiere.

10.2. Interventi di mitigazione ed inserimento ambientale

Le opere a verde e di inserimento ambientale

La definizione delle scelte progettuali che meglio esprimono l'inserimento dell'opera nel contesto territoriale sono conseguenti agli studi effettuati relativamente agli aspetti morfologici e vegetazionali, oltre a quelli legati all'inserimento paesaggistico ed alla percezione visiva delle opere di cui al presente progetto.

In particolare, gli interventi previsti sono finalizzati a conseguire i seguenti obiettivi:

- contenere i livelli di intrusione visiva nei principali bacini visuali;
- integrare l'opera in modo compatibile al sistema naturale circostante;
- ricomporre le aree sulle quali si interviene, mantenendo le configurazioni paesaggistiche preesistenti;

Pertanto, in considerazione di tali obiettivi, le tipologie di intervento previste nel presente progetto definitivo hanno consentito di ridurre l'intrusione visiva delle opere di regimazione idraulica, ricucire la rottura della continuità morfologica, biologica e percettiva indotta dalle opere in progetto, migliorare la percezione delle opere d'arte realizzate, integrare l'opera stessa all'interno del territorio interessato; il tutto mediante interventi di rinaturalizzazione delle aree interessate dalle opere:

- riqualificazione con essenze arbustive a macchie;
- inerbimento delle aree di golena;
- messa a dimora di talee di salice per il rinverdimento delle scogliere dell'alveo inciso;
- messa a dimora di arbusti di tamerice per il rinverdimento delle scogliere al piede delle gabbionate di contenimento;



Nel loro complesso, le opere di sistemazione idraulica di progetto verranno rese il più possibile compatibili con l'ambiente.

La progettazione delle opere a verde ha come obiettivo prevalente quello di inserire l'opera in modo compatibile ed integrato al sistema naturale e, contestualmente, di ripristinare quelle parti di territorio che sono state necessariamente modificate dall'opera e dalle operazioni che si rendono indispensabili per la sua realizzazione.

Pertanto, in considerazione di tali obiettivi, il progetto delle opere a verde ha tenuto conto sia dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche progettuali delle opere di sistemazione idraulica, sia dell'ambiente in cui tali opere si vanno ad inserire, riconoscendone i caratteri naturali e/o seminaturali e la capacità di trasformazione.

A questo proposito, il punto di partenza per progettare gli interventi "a carattere naturalistico" è consistito nell'analisi delle caratteristiche abiotiche dell'area (bioclimatiche, geomorfologiche, ecc.) e nella definizione delle tipologie vegetazionali naturali e seminaturali presenti in sito.

Le analisi degli elementi naturali preesistenti e la caratterizzazione dell'assetto dei luoghi hanno permesso di definire le opere a verde più opportune per i seguenti scopi:

- ricucire la vegetazione interferita;
- realizzare quinte di inserimento e mascheramento;
- svolgere la funzione di consolidamento e stabilizzazione delle scarpate e delle superfici scavate.

In particolare, per quanto riguarda il primo obiettivo, l'intento è quello di ricostruire nuclei di vegetazione che, a contatto con le fitocenosi preesistenti lungo le sponde del corso d'acqua interferito, sappia esprimere un rapporto dinamico con le stesse, così come avviene in natura nell'ambito di una serie di vegetazione in cui le fitocenosi adiacenti esprimono un rapporto evolutivo in atto.

Le finalità delle opere a verde, una volta in opera, saranno:

- tecnico-funzionali: antiersive e di consolidamento delle pendenze e di copertura del suolo;
- naturalistico-ambientali: riqualificazione naturalistica delle aree dismesse; ripresa della connettività; fonte di cibo e rifugio per numerosi animali;



- paesaggistiche: vista la vicinanza e la stretta connessione delle opere con una grande arteria stradale la fruizione visiva del verde rende più piacevole la guida; la percezione di macchie e arbusti nei pressi della strada fa sentire i guidatori più a proprio agio, immersi nella natura.

In sintesi gli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale previsti sono:

- Riqualficazione con essenze arbustive a macchie
- Inerbimento delle aree di golena
- Messa a dimora di talee di salice per il rinverdimento delle scogliere dell'alveo inciso
- Messa a dimora di arbusti di tamerice per il rinverdimento delle scogliere al piede delle gabbionate di contenimento

Gli interventi di mitigazione in fase di cantiere

La progettazione degli interventi di mitigazione ambientale dei cantieri non può, ovviamente, prescindere dalla messa a punto di idonee e specifiche soluzioni espressamente finalizzate a contrastare e ridurre le diverse tipologie di inquinamento che le attività costruttive nelle aree dei cantieri possono indurre sull'intorno ambientale e territoriale.

L'approccio progettuale è, in piena coerenza con l'intero iter messo a punto per la tematica complessiva, strettamente integrato, in quanto le diverse forme di inquinamento sono tra loro interagenti e, soprattutto, ascrivibili ad azioni di progetto univoche.

Premesso questo fondamentale richiamo alla sinergia degli interventi, per semplicità di trattazione gli stessi sono stati suddivisi per aree tematiche riconducibili agli aspetti acustici ed atmosferici, alle problematiche di inquinamento delle acque e del suolo, nonché alle problematiche di raccolta e trattamento dei rifiuti urbani e speciali prodotti nelle diverse fasi di cantiere. Tutte le soluzioni messe a punto sono state pensate e progettate tenendo conto dell'operatività dei cantieri, cercando pertanto, di evitare il ricorso a soluzioni tecnicamente possibili, ma in grado di interferire, come ingombri o come successione di attività, con la vita del cantiere.

Le misure di mitigazione per la fase di cantiere prevedono:

- Misure di ottimizzazione per il controllo dell'inquinamento atmosferico



- Misure di ottimizzazione per il controllo dell'inquinamento delle acque e del suolo
- Ripristino delle aree di lavorazione e preparazione per gli interventi di sistemazione finale

10.3. Il piano di monitoraggio ambientale

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha lo scopo di assicurare il raggiungimento degli obiettivi Generali di tutela del territorio, attraverso azioni specifiche da attuarsi nelle fasi precedenti (ante operam), durante i lavori di realizzazione (corso d'opera) e di esercizio (post operam), alla realizzazione dell'infrastruttura, e precisamente:

- controllo degli obiettivi di qualità e dei valori soglia, così come previsti dalle normative di settore per ciascuna delle componenti ambientali;
- controllo periodico di efficacia degli interventi di mitigazione intrapresi;
- supporto alla gestione ordinaria del sistema di pianificazione e gestione del territorio;
- supporto alla gestione delle emergenze ambientali;
- informazione e divulgazione dei dati sulla qualità ambientale.

In accordo con le indicazioni sinora riportate, uno degli aspetti più interessanti delle indagini di accertamento ambientale rende conto della sua articolazione temporale che prevede l'accertamento dei parametri di interesse durante le diverse fasi della vita di un'opera, da prima della sua cantierizzazione fino al suo esercizio.

Il PMA sviluppa in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di MA:

- monitoraggio ante-operam, che si concluderà prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale.
- monitoraggio in corso d'opera, che comprenderà tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti.
- monitoraggio post-operam, comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata è funzione della componente indagata.

In relazione alle caratteristiche peculiari del territorio interessato dagli interventi e alla natura degli interventi stessi, sono state definite le componenti ambientali significativamente impattate.

In particolare saranno monitorate le seguenti componenti:



- acque superficiali;
- vegetazione;
- fauna;
- suolo.

11.I VINCOLI E LE TUTELE AMBIENTALI E TERRITORIALI

Di seguito si analizzano i rapporti dell'opera con la vincolistica insistente nell'area (vincoli paesaggistici, ambientali, PAI, idrogeologico, etc.).

11.1. Il vincolo paesaggistico – D.Lgs.vo 42/2004

Tutto il corso del fiume Mesima nel tratto di interesse e quello del suo affluente Marepotamo, sono vincolati dal punto di vista paesaggistico ai sensi del D. Lgs.vo 42/2004, Art. 142, c.1, lett. c) e ss.mm.ii.. (vincolo paesaggistico).

11.2. Il vincolo idrogeologico

Il vincolo idrogeologico, istituito con il R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267, ha come scopo principale quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di impedire forme di utilizzazione che possano determinare denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, turbamento del regime delle acque, con possibilità di danno pubblico.

Detto Regio Decreto ed il suo Regolamento di applicazione ed esecuzione (R.D. n°1126 del 16 maggio 1926), conosciuto come "Regolamento Forestale", prevedeva che, nelle aree gravate dal vincolo idrogeologico, qualsiasi movimento di terra, taglio di bosco o sistemazione montana fosse preceduto da una richiesta di autorizzazione all'Ufficio Dipartimentale delle Foreste competente per il territorio.

Nella Regione Calabria, con decorrenza 16 luglio 2011, sono in vigore le "Prescrizioni di Massima di Polizia Forestale" attinenti alla gestione del "Vincolo idrogeologico e dei tagli boschivi" sull'intero territorio regionale, approvate con Delibera della Giunta Regionale n° 218 del 20/05/2011 e pubblicate sul Bollettino Ufficiale della Regione Supplemento straordinario n° 4 del BUR Calabria al n° 12 del 1 luglio 2011.



Non è stato possibile reperire le tavole del vincolo idrogeologico di tutti e cinque i comuni ricadenti nell'area di studio. Solamente per i comuni di Dinami, Serrata e Laureana di Borrello è stato possibile reperire la cartografia. Per i comuni di Mileto e Candidoni, per i quali non è risultata disponibile alcuna cartografia, vista la particolare conformazione morfologica del territorio, è presumibile che quasi tutte le aree ricadenti all'interno del corridoio di studio, ad eccezione delle aree di fondovalle del Mesima, siano interessate da Vincolo idrogeologico.

11.3. Piano di Assetto Idrogeologico

Pericolosità idrogeologica – Rischio frane

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Regione Calabria è stato approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n° 115 del 28 dicembre 2001. Le Norme di Attuazione e le Misure di Salvaguardia sono state via via aggiornate fino all'ultima edizione aggiornata con Delibera del C.I. n° 27 del 2 agosto 2011.

Il PAI (Art. 10 -Individuazione delle aree a rischio e/o pericolo di frana) riporta le situazioni di pericolo e/o di rischio connesse alla presenza di frane, rilevate e cartografate dall'ABR tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza e riguardanti i centri abitati censiti alla data del 31 ottobre 2001, le reti infrastrutturali, i beni soggetti a vincoli di legge e gli altri beni esposti di cui al DPCM 29.09.1998.

Nelle aree interessate da fenomeni franosi il PAI disciplina l'uso del territorio sulla base del livello di rischio dei fenomeni rilevati, in relazione alle classi di rischio contrassegnate dalle sigle R4, R3, R2, R1 nell'“Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico” (D.P.C.M. 29.09.1998) e nelle specifiche tecniche adottate dalla regione Calabria.

Il PAI disciplina l'uso del territorio anche nelle aree in frana non oggetto delle perimetrazioni di cui al comma precedente, se associate ad aree a rischio. Nelle aree in frana, riportate negli



elaborati del PAI senza rischio associato gli enti competenti dovranno tenere conto delle normative vigenti, in particolare di quanto previsto dall'art. 13 della Legge 64/74.

Il PAI 2001, in corrispondenza dell'area di studio, non riporta aree a rischio frana.

Aggiornamento PAI 2016 (non vigente)

Con la Delibera n. 3/2016 dell'11 aprile 2016 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria ha approvato le "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Idraulico del PAI Calabria - Nuove Carte di Pericolosità e Rischio Idraulico - e la modifica delle Norme Tecniche di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) del PAI relative al Rischio Idraulico" e le "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Frane del PAI Calabria - Nuove Carte di Pericolosità e Rischio Frane - e la modifica delle Norme Tecniche di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) del PAI relative al Rischio Frana"

Al momento della stesura della presente relazione l'aggiornamento del PAI ancora non è stato adottato.

Nell'aggiornamento del PAI 2016, sono definite aree pericolose quelle porzioni del territorio, in cui i dati disponibili indicano condizioni di pericolosità. Sono individuate:

- a) aree con pericolosità di frana, tracciate sulla base dell'inventario delle frane rilevate, così come definite nelle specifiche tecniche di aggiornamento del PAI, e localizzate nelle corrispondenti tavole grafiche allegate;

Il PAI riporta in ambiente GIS, su Carta Tecnica Regionale a scala 1:5.000, le aree con pericolosità di frana e rischio connesse alla presenza di frane cartografate nei comuni di competenza dell'ABR, riguardante gli insediamenti principali ed un loro intorno geomorfologicamente significativo, aggiornando e ampliando gli studi già eseguiti nella precedente stesura del PAI 2001.

In successive fasi o aggiornamenti è previsto di estendere la Carta Inventario delle frane all'intero territorio di competenza dell'ABR, nonché alla individuazione e perimetrazione delle aree con pericolosità di frana mediante valutazione della suscettibilità da frana dei versanti.

Nelle aree interessate da fenomeni franosi, il PAI disciplina, attraverso gli articoli di cui al titolo II delle presenti NAMS, l'uso del territorio sulla base del livello di pericolosità dei fenomeni rilevati:



- a. molto alto (P4)
- b. alto (P3)
- c. medio (P2)
- d. basso (P1)

Il PAI disciplina l'uso del territorio anche per un areale intorno a ciascun perimetro di frana che tiene conto della possibile evoluzione dei fenomeni rilevati. Detto areale, denominato "Fascia di Attenzione per pericolosità di evoluzione della frana", rappresenta un'area il cui utilizzo è subordinato a studi di dettaglio.

Il PAI 2016 (ancora non adottato) perimetra, all'interno dell'area di studio, alcune aree con Pericolosità Molto Alta, Alta e Media. In particolare sono perimetrate alcune incisioni vallive percorse da fossi affluenti in destra orografica del Mesima:

- la vallecchia del fosso Serra, con indice di Pericolosità P2
- la vallecchia del fosso Vareo con indice di Pericolosità P4
- la vallecchia del fosso Cattiva con indice di Pericolosità P3
- la vallecchia del fosso Malecuste con indice di Pericolosità P2

Pericolosità idrogeologica – Pericolosità idraulica e rischio alluvioni

Come detto in precedenza, il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Regione Calabria è stato approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n° 115 del 28 dicembre 2001. Le Norme di Attuazione e le Misure di Salvaguardia sono state via via aggiornate fino all'ultima edizione aggiornata con Delibera del C.I. n° 27 del 2 agosto 2011.

Il PAI (Art. 11 - Individuazione delle aree a rischio e/o pericolo d'inondazione) riporta le situazioni di rischio e/o pericolo d'inondazione stimate dall'Autorità tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza. Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite il PAI disciplina l'uso del territorio nelle:

- a) aree perimetrate mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi R4, R3, R2, R1;
- b) aree storicamente inondate e/o localizzate dai Piani di Protezione Civile e riportate nell'Atlante allegato al Piano; aree all'intorno di tratti e punti critici rilevati (riduzioni



di sezioni, ostruzioni, rotture d'argine, ecc) e indicati negli elaborati del PAI come aree di attenzione, linee di attenzione e punti di attenzione.

Aggiornamento PAI 2016 (non vigente)

Con la Delibera n. 3/2016 dell'11 aprile 2016 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria ha approvato le "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Idraulico del PAI Calabria - Nuove Carte di Pericolosità e Rischio Idraulico - e la modifica delle Norme Tecniche di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) del PAI relative al Rischio Idraulico" e le "Procedure per l'aggiornamento del Rischio Frane del PAI Calabria - Nuove Carte di Pericolosità e Rischio Frane - e la modifica delle Norme Tecniche di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) del PAI relative al Rischio Frana"

Al momento della stesura della presente relazione l'aggiornamento del PAI ancora non è stato adottato.

Nell'aggiornamento del PAI 2016, sono definite aree pericolose quelle porzioni del territorio, in cui i dati disponibili indicano condizioni di pericolosità. Sono individuate:

b) aree con pericolosità di inondazione/alluvione, così come definite nelle specifiche tecniche di aggiornamento del PAI e localizzate nelle corrispondenti mappe di pericolosità allegate.

Il PAI riporta su CTR, a scala 1:5.000, le situazioni di pericolosità e/o di rischio idraulico nel territorio di competenza dell'ABR, aggiornando e ampliando gli studi già eseguiti nella precedente stesura del PAI 2001. Riporta le situazioni di pericolosità e di rischio d'inondazione/alluvione stimate dall'ABR tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza. Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite, il PAI disciplina l'uso del territorio nelle aree perimetrate a:

a. pericolosità idraulica alta (P3) - individuate sulla base di tre diversi livelli di studio (base, intermedio e avanzato);

b. pericolosità idraulica media (P2) - individuate sulla base di studi di livello avanzato

c. pericolosità idraulica bassa (P1) - individuate sulla base di studi di livello avanzato.

Aggiornamento PAI 2016 – Norme di coordinamento tra PAI e Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)



L'aggiornamento 2016 del PAI (non ancora vigente) prevede delle specifiche disposizioni che disciplinano il coordinamento tra il PAI e i contenuti e le misure del PGRA, al fine di assicurare nell'intero territorio della regione Calabria la riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali derivanti dalle alluvioni.

Le mappe del PGRA, costituite da Mappe della pericolosità idraulica e Mappe del rischio idraulico, redatte nel rispetto del D.Lgs. 49/2010 e degli indirizzi operativi predisposti dai Ministeri competenti, costituiscono integrazione al PAI, integrano il quadro di riferimento per l'attuazione delle finalità e contenuti del PAI, ai sensi del precedente articolo 1 e vengono nel seguito denominate mappe PAI/PGRA.

Le mappe della pericolosità da alluvione identificano le tre classi seguenti:

- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale a 200 anni;
- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

Le mappe del rischio di alluvioni, rappresentano i livelli di rischio derivati dall'incrocio delle tre classi di pericolosità con le classi omogenee di danno potenziale, secondo la seguente matrice di rischio

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'				
		P3	P2		P1	
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R3	R2	
	D3	R4	R3	R3	R2	R1
	D2	R3	R2	R2	R1	
	D1	R1		R1	R1	



Le classi omogenee di danno potenziale sono rappresentate da:

- D4 (danno potenziale molto elevato)
- D3 (danno potenziale elevato)
- D2 (danno potenziale medio)
- D1 (danno potenziale moderato o nullo).

Le classi del rischio di alluvioni che sono state definite sono:

- R4 (rischio molto elevato)
- R3 (rischio elevato)
- R2 (rischio medio)
- R1 (rischio moderato o nullo).

Nelle aree P3 del PGRA si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica P3, con particolare riferimento all'articolo 21.

Nelle aree P2 del PGRA si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica P2, con particolare riferimento all'articolo 22.

Nelle aree P1 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica P1, con particolare riferimento all'articolo 23.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, in analogia a quanto predispone la Direttiva 2000/60/CE in materia di qualità delle acque, vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.



La Direttiva e il D.lgs. 49/2010 privilegiano un approccio di pianificazione a lungo termine, scandito in tre tappe successive e tra loro concatenate, che prevede:

- fase 1: valutazione preliminare del rischio di alluvioni (da effettuarsi entro il 22 settembre 2011);
- fase 2: elaborazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione (entro il 22 dicembre 2013);
- fase 3: predisposizione ed attuazione di piani di gestione del rischio di alluvioni (entro il 22 dicembre 2015).

Successivamente, sono previste fasi di riesame e aggiornamento (nell'ordine entro il 22/9/2018, il 22/9/2019 e il 22/9/2021), e successivamente ogni sei anni.

Il territorio del Distretto Appennino Meridionale interessato dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, così come definito dall'art. 64 del D.lgs. 152/2006, interessa complessivamente 7 Regioni (tra cui la Calabria), 7 Autorità di Bacino (tra cui l'Autorità di bacino della Regione Calabria).

Superata la fase 1 con il ricorso alle misure transitorie di cui all'art. 11 del D.Lgs. 49/2010, entro la scadenza del 22 giugno 2013 prevista per la fase 2 sono state predisposte dall'Autorità di Bacino della Regione Calabria le mappe di pericolosità e rischio di alluvioni per il territorio di propria competenza.

Il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni del Distretto idrografico Appennino Meridionale PGRA DAM, è stato adottato, ai sensi dell'art. 66 del d.lgs. 152/2006, con Delibera n° 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17 dicembre 2015, è stato approvato, ai sensi dell'art. 4 comma 3 del d.lgs. 219/2010, con Delibera n°2 del Comitato Istituzionale Integrato del 3 marzo 2016.

Secondo quanto stabilito dalle norme, il PGRA è uno strumento di pianificazione che riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvione e il sistema di allertamento nazionale e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Le attività di pianificazione del PGRA previste dal D. Lgs. n. 49 del 2010 sono strutturate nel seguente modo:

- Valutazione preliminare del rischio di alluvioni (art. 4);



- Individuazione delle zone a rischio potenziale di alluvioni (art. 5);
- Predisposizione mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art. 6);
- Predisposizione Piani di gestione del rischio di alluvioni (art. 7).

L'Autorità di Bacino della Regione Calabria sotto il coordinamento della competente Autorità di Distretto Idrografico, identificata nell'Autorità di Bacino del Liri, Garigliano, Volturno, e nel rispetto degli indirizzi operativi per l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE redatti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), ha provveduto all'adempimento degli obblighi previsti.

Il 21 maggio 2013 il Comitato Tecnico ha approvato la metodologia da seguire per la redazione delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvione dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria. Le mappe, opportunamente predisposte, sulla base della cartografia del PAI rischio idraulico con approfondimenti che hanno riguardato le aree e le zone di attenzione, sono state adottate dal Comitato Istituzionale con delibera n. 5 del 18 giugno 2013 e contestualmente sono state presentate e sottoposte a partecipazione durante il forum di informazione e consultazione pubblica della Regione Calabria.

Le mappe della pericolosità e del rischio per l'AdB Regione Calabria sono state pubblicate sul sito web istituzionale <http://www.regione.calabria.it/abr/>.

12. BILANCIO MATERIALI ED INDAGINI AMBIENTALI

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di scavi con produzione di terre e rocce da scavo. Complessivamente sono previsti circa 380.000 mc di scavi (tra sterri e perforazioni).

Si prevede, di poter riutilizzare le terre e rocce da scavo provenienti dagli scavi/sterri all'interno dello stesso cantiere, per la realizzazione di rimodellamenti morfologici, per il totale dei quantitativi scavati pari a circa 377.000 mc.

Sono previsti inoltre circa 50 mc di demolizione di conglomerato bituminoso e circa 2900 mc di demolizione di elementi in cls e/o CA.

Per quanto riguarda i conferimenti a discarica e/o impianto di recupero si prevede di conferire i seguenti codici CER nelle rispettive quantità:



17.05.04	33.475,00 mc (provenienti dalla realizzazione delle palificate e dagli scavi in esubero)
17.09.04	2.900,00 mc (provenienti da demolizione di elementi in CA e CAP)
17.03.02	50 mc (provenienti da demolizione di sovrastruttura stradale)
17.04.05	4,45 t (provenienti da demolizione di elementi in acciaio).

12.1. Caratterizzazione ambientale dei terreni oggetto di scavo e riutilizzo

Nel corso delle attività di progettazione definitiva sono state eseguite delle analisi di caratterizzazione ambientale dei terreni atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle opere in progetto.

Pertanto, al fine di definire le corrette modalità di gestione dei materiali di risulta che verranno movimentati per la realizzazione delle opere in progetto, nella presente fase di progettazione definitiva, è stata eseguita una campagna di indagini ambientali che ha interessato i terreni in corrispondenza delle aree interessate di scavi, sbancamenti e rimodellamenti.

Le attività di indagine sono state svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 e pertanto forniscono un quadro completo ed esaustivo sulle caratteristiche dei materiali che saranno oggetto di scavo e quindi sulla loro possibile gestione.

Il prelievo dei campioni è stato effettuato mediante l'utilizzo di mezzi manuali, dopo aver effettuato lo scavo del pozzetto a mezzo escavatore, ed i campioni sono stati sottoposti a successive analisi di laboratorio per la caratterizzazione ambientale.

Nel dettaglio, nell'ambito della campagna, sono stati prelevati i seguenti campioni:

- n. 7 campioni di terre e rocce da scavo prelevati dai pozzetti riportati nella tabella a seguire, per successiva caratterizzazione ambientale secondo quanto previsto dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 e confronto con i limiti della Tab. 1 All. 5 al Titolo V della Parte IV D.Lgs 152/06 e s.m.i.



Progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC

Relazione Generale

<i>Pozzetto</i>	<i>Quota campionamento</i>
<i>T1</i>	<i>1,20 da p.c.</i>
<i>T2</i>	<i>1,30 da p.c.</i>
<i>T3</i>	<i>1,50 da p.c.</i>
<i>T4</i>	<i>1,20 da p.c.</i>
<i>T5</i>	<i>1,50 da p.c.</i>
<i>T6</i>	<i>1,50 da p.c.</i>
<i>T7</i>	<i>1,30 da p.c.</i>

La localizzazione dei punti di indagine è riportata nell'elaborato "Planimetria dei punti di indagine e campionamento" (GEOPL010).

Tutti i campioni da sottoporre a caratterizzazione ambientale sono stati vagliati in campo mediante un setaccio a maglie in metallo di diametro pari a 2 cm, per eliminare il materiale più grossolano in campo mentre per i campioni da sottoporre a caratterizzazione rifiuti è stato prelevato il materiale tal quale senza preventiva vagliatura in campo.

I campioni prelevati sono stati posti in contenitori di vetro a chiusura ermetica, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio, la profondità e la data del prelievo, e sono stati conservati alla temperatura di 4 °C in minifrigoriferi portatili fino all'inizio delle analisi, accompagnati dalla scheda di campionamento (catena di custodia).

Le determinazioni analitiche sono state condotte sulla frazione granulometrica dei campioni di terreno prelevati passante al vaglio 2 mm e i dati analitici sono stati riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro (frazione granulometrica compresa tra 2 cm e 2 mm), come indicato dal D.Lgs. 152/06.

I risultati analitici hanno evidenziato che nessun campione presenta superamenti dei limiti di Colonna A (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06.

In riferimento alle indagini effettuate si può quindi affermare che i materiali prodotti nell'ambito delle lavorazioni presentano caratteristiche idonee al loro riutilizzo finale ai sensi dell'Art. 24 del DPR 120/2017, così come previsto nel presente Piano Preliminare di Utilizzo delle terre e rocce da scavo, in aree con destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale.

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.





Nell'elaborato "Certificati analitici di laboratorio" (GEO_RE_07) si riportano le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova relativi ai risultati analitici dei terreni.

13.INTERFERENZE

Le reti e gli impianti dei pubblici servizi interferenti con l'opera, così come individuati nel corso dei sopralluoghi effettuati, dei rilievi effettuati e del materiale a disposizione sono riportati nelle planimetrie di progetto.

In particolare, è stata riscontrata la presenza generalizzata in corrispondenza degli interventi in progetto della linea del metanodotto SNAM. La presenza del sottoservizio è stata segnalata in apposite planimetrie, dove viene rappresentata la condotta da un punto di vista plano-altimetrico rispetto allo sviluppo delle opere di progetto.

Dove necessario, sono stati individuati degli interventi per garantire la protezione della condotta esistente. In corrispondenza delle interferenze tra opere di progetto e metanodotto, è stato garantito un franco dalla condotta alle opere pari ad almeno 0.5 m.

In corrispondenza dei viadotti Mesima 2 e Mesima 3, sono stati previsti degli interventi di protezione delle condotte esistenti. Gli interventi prevedono la sacchettatura della condotta esistente, e la realizzazione di una struttura a ponte a cavaliere per la protezione della condotta stessa. La struttura verrà realizzata disponendo dei blocchi di calcestruzzo armato lateralmente allo sviluppo della condotta, a costituire l'appoggio della struttura. Al di sopra degli appoggi così costituiti verrà gettata una soletta in cemento armato a copertura della condotta.

Si riscontra anche la presenza di un elettrodotto aereo su traliccio metallico che scavalca la sede autostradale in corrispondenza del Mesima 3. Sebbene la linea aerea non interferisce direttamente, vista l'altezza, con le opere in progetto, si segnala una possibile sovrapposizione con un traliccio esistente lato monte. Nei successivi sviluppi progettuali verrà valutato se ottimizzare la posizione delle opere in progetto e/o procedere con lo spostamento del traliccio in parola.

Al momento non si riscontrano altri sottoservizi interferenti con le opere in progetto. Nelle successive fasi progettuali saranno comunque approfondite le indagini anche mediante il contributo e l'ausilio dei vari enti gestori.



14. ESPROPRI

In fase di progetto definitivo sono stati effettuati alcuni sopralluoghi per acquisire le necessarie informazioni in merito all'esistenza di aree fabbricabili ed attività produttive. Tali sopralluoghi sono stati finalizzati anche a chiarire alcuni elementi di incongruenza riscontrati nella sovrapposizione tra aerofotogrammetria di progetto e fogli catastali.

Le aree della zona interessata hanno prevalente destinazione ad agrumeto e quindi il costo unitario di esproprio verrà valutato sulla base dei valori indicati dalla Provincia di Reggio Calabria e di Vibo Valentia anche in funzione della proprietà, privato singolo e/o società.

Sono stati individuati i criteri generali da utilizzare per l'individuazione e la stima delle aree interessate dall'intervento sia come aree di cantiere che come aree di stoccaggio oltre alle piste provvisorie oggetto di occupazione temporanea ed alle aree su cui ricade la realizzazione dell'opera e che quindi saranno oggetto di esproprio, tutto suddiviso per singolo Comune.

Sono interessati i seguenti comuni:

- Comune di Laureana di Borrello (RC)
- Comune di Candidoni (RC)
- Comune di Serrata (RC)
- Comune di Mileto (VV)

Nella definizione delle aree, si è cercato di adeguare i limiti dalle aree di occupazione coinvolte ai limiti di proprietà catastale secondo i criteri indicati:

- Acquisizione dell'intera particella nel caso in cui la superficie interessata superi la metà della superficie costituente la particella stessa e comunque nel caso di particelle residue di poche decine di metri;
- Evitare la costituzione di particelle residue intercluse;
- Limitare il coinvolgimento delle corti degli edifici, le aree urbane e le pertinenze di qualsiasi tipo, ove non strettamente necessarie alla realizzazione delle opere.

Occupazione Permanente

Per la definizione geometrica delle sezioni trasversali di ingombro delle aree si è operato secondo i seguenti criteri:

- Fascia minima di circa 5 m lineari a destra e a sinistra dell'opera da realizzare comprese le riprofilature del terreno.



Progettazione definitiva degli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle opere autostradali relativamente all'interazione dell'infrastruttura viaria con il fiume Mesima, nel tratto compreso fra il km 369+800 e il km 378+500 dell'autostrada SA-RC

Relazione Generale

Occupazione Temporanea

L'occupazione temporanea viene valutata in base alle ubicazioni previste dei cantieri. In questa sede non si assumono valori di franco laterale per la realizzazione di piste di servizio, mentre sono state considerate le viabilità di collegamento, le aree per il deposito provvisorio materiali, movimentazione mezzi e quant'altro necessario alla realizzazione dell'opera, al solo fine di limitare le occupazioni.

Fasce di rispetto

In osservanza all'art. 96 del Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 si prevede una fascia di rispetto di 10 m. Tale fascia è individuata nella planimetria di esproprio facente parte del presente Progetto Definitivo.

15. MODALITÀ E TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

La durata stimata per i lavori è di 480 gg. naturali e consecutivi. Per ulteriori dettagli sui tempi e le fasi realizzative delle opere in progetto fare riferimento al Cronoprogramma dei Lavori.

16. CARATTERISTICHE ECONOMICHE DELL'OPERA

L'importo complessivo dell'intervento ammonta a € 19.736.333,26 di cui:

€ 20.525.786,59 è la somma totale a base d'appalto per lavori, € 789.453,33 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso d'asta.

Per ulteriori dettagli fare riferimento al Quadro Economico dell'intero intervento.

Progettisti:

MSM INGEGNERIA S.r.l.



Pag. 61 di 61