

**ITINERARIO CAIANELLO (A1) - BENEVENTO
ADEGUAMENTO A 4 CORSIE DELLA S.S. 372 "TELESINA"
DAL KM 0+000 AL KM 60+900
LOTTO 2: DAL KM 0+000 (SVINCOLO CAIANELLO (A1))
AL KM 37+000 (SVINCOLO DI S.SALVATORE TELESINO)**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. NA280

PROGETTAZIONE: A.T.I.: S.T.E. - ROCKSOIL - EDIN - KARRER

<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE <i>Ing. Francesco M. La Camera</i></p> <hr/> <p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Ing. Francesco M. La Camera</i></p> <hr/> <p>IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Fiorenza Pennino</i></p> <hr/> <p>L'ARCHEOLOGA: <i>Dott.ssa Grazia Savino</i> <i>Elenco MIBACT n.3856 – archeologa di 1° fascia ai sensi del D.M. 244/2019</i></p> <hr/> <p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Pompeo Vallario</i></p>	<p align="center">GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p align="center">S.T.E. s.r.l. Structure and Transport Engineering</p> <hr/> <p align="center">ROCKSOIL S.p.A.</p> <hr/> <p align="center"> E.D.IN. s.r.l. Società di Ingegneria</p> <hr/> <p align="center">Prof. Arch. F. KARRER</p> </div> <div style="width: 45%; vertical-align: top;"> <p align="right">Direttore Tecnico Ing. E. Moroni</p> <p align="right">Direttore Tecnico Ing. G. Cassani</p> <p align="right">Direttore Tecnico Ing. G. Grimaldi</p> <p align="right">Ordine Arch. Roma N. 12097</p> </div> </div>
--	--

INQUADRAMENTO GENERALE

Relazione generale

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO L0710F D 2101	T00_EG00_GEN_RE01_D CODICE ELAB. T00EG00GENRE01	D	-
D	EMISSIONE PER ISTRUTTORIA	<i>Ott. 2022</i>	<i>DI RENZO</i>
C	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	<i>Lugl. 2022</i>	<i>DI RENZO</i>
B	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	<i>Apr.2022</i>	<i>DI RENZO</i>
A	EMISSIONE PER VERIFICA DI OTTEMPERANZA	<i>Feb.2022</i>	<i>DI RENZO</i>
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	5
2	ESITO DELLA FASE AUTORIZZATIVA	6
2.1	STORIA E INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO	6
3	TOPOGRAFIA	9
4	ANALISI TRASPORTISTICA	10
5	GEOLOGIA E GEOTECNICA	17
6	ANALISI DEL REIMPIEGO DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE	22
6.1	UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	22
6.2	SITI DI APPROVVIGIONAMENTO	35
7	IDROLOGIA E IDRAULICA	38
7.1	IDRAULICA DI PIATTAFORMA	44
8	SISMICA	47
9	ARCHEOLOGIA	48
10	PROGETTO STRADALE	50
10.1	SEZIONI TIPO	56
10.2	ASSE PRINCIPALE	61
10.3	SVINCOLI	62
10.4	VIABILITA' SECONDARIE	63
10.5	PAVIMENTAZIONE STRADALE	64
10.6	BARRIERE DI SICUREZZA	71
11	OPERE MAGGIORI: VIADOTTI	72
12	OPERE DI SCAVALCO: CAVALCAVIA	76
13	OPERE SCATOLARI	80

13.1 OPERE DA DISMETTERE	80
13.2 OPERE SCATOLARI	80
13.3 OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO	82
14 OPERE DI SOSTEGNO	84
14.1 MURI IN C.A.	84
14.2 PARATIE DI PALI	85
15 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE	86
15.1 OBIETTIVI E CRITERI DEL PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE	86
15.2 LA SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI	88
15.3 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE	94
15.4 INTERVENTI A FUNZIONALITÀ PAESAGGISTICA	97
15.4.1 Interventi per l'inserimento paesaggistico dei rilevati e delle trincee	97
15.4.2 Interventi di schermatura mediante predisposizione di fasce filtro	99
15.4.3 Interventi per la valorizzazione delle aree intercluse, cavalcavia, aree di svincolo, roatorie	101
15.4.4 Inerbimenti	104
15.5 INTERVENTI A FUNZIONALITÀ NATURALISTICA	105
15.5.1 FORMAZIONE ARBOREO - ARBUSTIVA A CARATTERE IGROFILO	105
15.5.2 INTERVENTI DI RICUCITURA CON LE AREE BOSCADE	109
15.5.3 INTERVENTI PER LA PERMEABILITÀ FAUNISTICA	111
15.5.4 ALTRI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DELLA FAUNA	119
15.6 INTERVENTI IN AMBITO AGRICOLO	121
Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere	Errore. Il segnalibro non è definito.
Inerbimento delle aree intercluse	122
NELLE AREE INTERCLUSE È PREVISTO IL TIPOLOGICO I) INERBIMENTO DELLE AREE INTERCLUSE	122
Recupero dei suoli e inerbimento dei tratti in dismissione	122
15.7 INTERVENTI DI INSERIMENTO CROMATICO DELLE OPERE PRINCIPALI	123
15.8 COMPUTO SPECIE UTILIZZATE NEGLI INTERVENTI	137
15.9 METODO DI LAVORAZIONE DEL TERRENO	137

15.10 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E VALUTAZIONE SOTTRAZIONE DI SUOLO PER OPERE DI CANTIERE		140
16 ACUSTICA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
16.1 LA METODOLOGIA DI STUDIO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
16.2 RISULTATI DELLO STUDIO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
17 VIBRAZIONI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
17.1 METODOLOGIA DI STUDIO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
17.2 RISULTATI DELLO STUDIO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18 ATMOSFERA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.1 PREMESSA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.3 ZONIZZAZIONE REGIONALE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.4 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.5 CARATTERIZZAZIONE ATTUALE DELL'AREA DI STUDIO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.6 LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL TERRITORIO DI STUDIO: SORGENTI DI INQUINAMENTO E RICETTORI SENSIBILI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.7 IMPATTI INDOTTI DAI CANTIERI - INOPERAM	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
18.8 STUDIO DELLE MITIGAZIONI – FASE DI CANTIERE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
19 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE		195
19.1 PREMESSA		195
19.2 MODALITÀ DI ATTUAZIONE DEL PMA E GESTIONE DEI SUOI RISULTATI		196
19.3 GESTIONE DELLE VARIANZE		197
19.4 STRUTTURA ORGANIZZATIVA PREPOSTA ALL'EFFETTUAZIONE DEL PMA		197
19.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO		199
19.6 COMPONENTE O FATTORE AMBIENTALE CONTENUTI NEL PMA		200

19.7	CRITERI DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO	201
19.8	SISTEMA INFORMATIVO	202
20	INTERFERENZE	204
21	ESPROPRI	205
21.1	PREMESSA	205
21.2	MAPPE CATASTALI	205
21.3	GEOREFERENZIAZIONE	206
21.4	LE TAVOLE GRAFICHE DEL PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO	206
22	FASE DI COSTRUZIONE	208
22.1	RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEL CANTIERE	216
22.2	ORGANIZZAZIONE DELLE FASI OPERATIVE	217
22.3	APERTURA AL TRAFFICO A 4 CORSIE	221
23	CRONOPROGRAMMA	222

1 PREMESSA

L'intervento consiste in un progetto di adeguamento a 4 corsie della S.S. n. 372 "Telesina", con una progressiva di progetto dal Km 0+000 al Km 37+000 circa, da Caianello a San Salvatore Telesino.

Tale adeguamento potenzia il collegamento della direttrice Lazio - Campania - Puglia lungo l'itinerario A1 (Roma - Caianello) - SS 372 (Caianello - Benevento) - Raccordo Autostradale (BN/A16) - A16 (Castel del Lago-Bari), fornendo una valida alternativa al percorso autostradale attuale a servizio di un'area particolarmente interessata da intenso traffico pesante.

I comuni interessati dall'opera sono: Caianello (CE), Vairano Paternora (CE), Pietravairano (CE), Baia e Latina (CE), Dragoni (CE), Alvignano (CE), Alife (CE), Gioia Sannitica (CE), Ruviانو (CE), Faicchio (BN), Puglianello (BN) e San Salvatore Telesino (BN).

Il progetto definitivo è sviluppato sulla scorta di importanti campagne di indagini di campo geognostiche, sismiche e di geologia ambientale atte a consentire la migliore definizione delle opere da realizzarsi.

Particolare attenzione è stata posta allo studio della cantierizzazione e delle fasi esecutive, stante la necessità di prevedere durante tutta la durata dei lavori l'esercizio della infrastruttura esistente.

Nel seguito sono descritti gli studi alla base della progettazione e gli aspetti tecnici principali, rimandando alle relazioni ed agli elaborati specialistici per ulteriori approfondimenti.

2 ESITO DELLA FASE AUTORIZZATIVA

Il presente Progetto Definitivo è sviluppato sulla base del parere delle prescrizioni e raccomandazioni contenute nella Delibera CIPE n. 100/2006.

2.1 STORIA E INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

L'opera è stata inserita nelle previsioni programmatiche di realizzazione delle infrastrutture strategiche come individuate dalla delibera C.I.P.E. n. 121 del 21.12.2001 - "Legge Obiettivo.

Con delibera n. 100/2006, il CIPE ha approvato il progetto preliminare redatto da ANAS relativo al raddoppio a quattro corsie, intervento necessario per l'adeguamento degli standard prestazionali (livelli di servizio) e di comprovata redditività economica.

Successivamente è stato avviato il processo per la realizzazione dell'intervento in project financing, interrotto dal parere negativo sulla proposta del Promotore da parte del C.I.P.E. che, con delibera n. 45/2015 pubblicata in data 3 agosto 2015, ha individuato Anas quale soggetto aggiudicatore dell'intervento, ed assegnato un finanziamento parziale per un primo lotto funzionale.

Di seguito si riportano i principali atti emessi nel complesso iter attuativo che si è palesato a seguito delle vicende di cui sopra:

- Delibera CIPE 29 marzo 2006, n. 100 (Gazzetta Ufficiale n. 280/2006). Il CIPE ha approvato, con prescrizioni e raccomandazioni, il progetto preliminare redatto da ANAS, dell'itinerario Caianello (A1) - Benevento: adeguamento a 4 corsie della SS

“Telesina” dal km 0+000 al km 60+900” , apponendo il relativo vincolo preor-
dinato all’esproprio.

- Nota 21 marzo 2007, la Regione Campania ha espresso parere favorevole all’ipo-
tesi di proporre al mercato privato il raddoppio della SS 372 “Telesina” .
- CDA ANAS maggio 2007. Su indirizzo del Ministero delle infrastrutture e trasporti,
il Consiglio d’Amministrazione di ANAS ha approvato gli avvisi indicativi per la se-
lezione del promotore relativi ad alcune infrastrutture autostradali, tra le quali
l’ammodernamento della SS 372 “Telesina” (avviso pubblicato a luglio 2007) e
ha aggiornato il proprio Master Plan, che individua le opere viarie da realizzare
con il coinvolgimento di soggetti privati, attraverso lo strumento del project- fi-
nancing ;
- CDA ANAS 2 aprile 2008. il Consiglio d’Amministrazione di ANAS ha dichiarato di
pubblico interesse, ai sensi dell’art. 154 del citato decreto legislativo n. 163/2006,
il progetto preliminare presentato il 16 novembre 2007 dalla ATI NET Engineering
e Geodata nell’ambito della proposta di finanza di progetto.
- Avvio procedure su PP Promotore. Il 20 luglio 2009 è stata attivata la procedura
di valutazione di impatto ambientale e di localizzazione urbanistica del progetto
preliminare aggiornato dal promotore.
- Delibera CIPE 45/2015 del 26 aprile 2015 (Gazzetta Ufficiale n. 178 del
3/08/2015).

Il Cipe delibera che:

- la proposta del promotore ATI NET Engineering e Geodata unitamente al progetto pre-
liminare, relativa all’intervento denominato “Adeguamento a 4 corsie della SS 372 “
Telesina” dal km 0+000 al km 60+900” , è valutata negativamente.



Anas/Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori
Itinerario Caianello (A1) - Benevento. Adeguamento a 4 corsie della S.S. 372 "Telesina" dal
km 0+000 al km 60+900. Lotto 2: dal km 0+000 (Svincolo di Caianello) al km 37+000 (Svin-
colo di S. Salvatore Telesino).
Progetto Definitivo
T00_EG00_GEN_RE01_D

- come proposto dalla Direzione generale per le strade e le autostrade e per la vigilanza e la sicurezza nelle infrastrutture stradali, il soggetto aggiudicatore dell'intervento è individuato in ANAS S.p.A..

3 TOPOGRAFIA

Il rilievo predisposto per il progetto Definitivo ha previsto un volo nel quale sono state effettuate riprese aeree lidar con densità media di 14 pts/mq e immagini con GSD medio di 7cm.

I dati ricavati dal volo lidar sono stati integrati da un rilievo celerimetrico dei cigli stradali e dell'asse centrale dell'infrastruttura esistente e da un rilievo topografico ed architettonico delle opere d'arte esistenti accessibili.

La presenza di vegetazione folta e di alto fusto ha reso complesso il lavoro di campo e, in alcuni casi ha reso impossibile il rilievo di tombini idraulici completamente immersi nella vegetazione.

Sono state comunque rilevate tutte le opere principali e si ritiene più che soddisfacente il modello della strada esistente rilevato attraverso la combinazione di rilievi lidar e celerimetrici.

4 ANALISI TRASPORTISTICA

Le attività svolte per l'analisi del sistema di trasporto stradale possono schematizzarsi in:

- definizione dell'area di studio e sua caratterizzazione;
- definizione dell'offerta di trasporto stradale;
- stima della domanda di trasporto;
- definizione degli scenari di simulazione;
- previsioni di traffico.

L'area di studio è costituita da quella parte del territorio in cui si esauriscono la maggior parte degli effetti dovuti alla realizzazione della nuova infrastruttura. Pertanto l'area di studio comprende la regione Campania, costituita dalle province di Caserta, Napoli, Benevento, Avellino e Salerno.

In particolare, appartengono all'area di intervento (tav.2.1) 49 comuni della regione Campania: 24 della provincia di Caserta e 25 della provincia di Benevento.

L'area esterna come quella parte del territorio nazionale che si trova al di fuori dell'area di studio, della quale interessano esclusivamente le interconnessioni con il sistema di progetto ed in particolare il traffico di scambio e di attraversamento dell'area di studio. In questo lavoro, l'area esterna è costituita dall'intero territorio nazionale non contenuto nell'area di studio e dal resto d'Europa.

L'asse stradale portante dell'area di intervento è rappresentato proprio dalla SS.372 Telesina che attraversa l'area d'intervento in direzione est-ovest.

La rete autostradale non attraversa l'area di progetto ma la lambisce rispettivamente ad ovest con l'Autostrada A1 (Milano-Napoli) e ad est con la A16 (Napoli-Canosa). Gli svincoli autostradali più prossimi alla direttrice di progetto sono Caianello (A1) e Benevento (A16). Lo svincolo di Caianello è accessibile percorrendo la SS.372 in direzione di

Caianello, mentre l'accesso alla A16 può essere effettuato percorrendo il raccordo Benevento-A16.

La SS.372 Telesina si connette alla viabilità principale dell'area di intervento, che include:

- la SS.6 Casilina, che da Pignataro Maggiore si sviluppa parallelamente alla A1 fino al basso Lazio, attraversando i comuni di Teano, Caianello e Vairano Patenora;
- la SS.158 della Valle del Volturno, che dal comune di Capriati al Volturno attraversa i comuni di Pratella e Ailano fino ad Alife (dove si immette nella SS.158 dir), e prosegue fino a Caiazzo attraversando il comune di Alvignano;
- la SS.158 dir, che dalla provincia di Campobasso attraversa i comuni di Castello del Matese, San Gregorio Matese e Piedimonte Matese; questa strada si innesta sulla SS.158 in prossimità di Alife;
- la SS. Fondo Valle Isclero, che si connette a nord alla SS.372 Telesina in corrispondenza dell'abitato di S. Salvatore Telesino, mentre a sud si innesta con la SS.265 all'altezza di Sant'Agata dei Goti;
- la SS.87 Sannitica, che attraversa i comuni di Caiazzo e Teleso, (dove incrocia la SS.372 Telesina), Castelvenere, Guardia Sanframondi, San Lorenzo Maggiore; questa strada interseca la SS.88 dei due Principati in prossimità di Pontelandolfo e prosegue poi verso Campobasso e Termoli;
- la SS.88 dei due Principati, che provenendo da Sud interseca la SS.372 in prossimità di Benevento e prosegue verso Nord fino all'innesto sulla SS.87 in prossimità di Pontelandolfo.

Ai margini dell'area d'intervento, lato Benevento, la rete stradale principale include anche:

- la SS.265 del Ponti della Valle che, insieme alla SS.372 Telesina, si immette sulla SS.88 dei due Principati che, dopo aver oltrepassato l'abitato di Benevento, prosegue a sud verso Avellino;
- la SS.212 della Val Fortore, che dalla provincia di Campobasso attraversa Pietrelcina e raggiunge Benevento;
- la SS.90 bis delle Puglie, che giunge fino a Foggia;
- la SS.7 Via Appia, che proviene dal casertano e, dopo Benevento, prosegue verso la provincia di Avellino;
- il raccordo autostradale Benevento-A16, che collega direttamente la SS 88 con l'autostrada A16.

La rete stradale integra anche una maglia di strade provinciali che garantiscono la connessione dei comuni dell'area di intervento alla rete stradale principale. Appartengono a questa maglia viaria:

- la SP.290 (ex statale Telesina), che collega Piedimonte Matese, San Potito Ultra e Gioia Sannitica;
- la SP.66 Piedimonte-Ponte dei Briganti-Villa Ortensia;
- la SP.107 (S.P. Formicola Dragoni);
- la SP.4 (Strada Provincia Vitulanese), che collega i comuni di Montesarchio, Vitulano, Foglianise e Ponte;
- la SP.69, che da San Salvatore Telesino giunge fino a San Lorenzello;
- la SP.10, che dallo svincolo di Cerreto Sannita giunge fino al centro di Cerreto Sannita attraversando il comune di San Lorenzello;
- la SP.83 da Ailano a Vairano Patenora;

- la SP.289 (Strada Provinciale di Riardo), che collega Pietramelara e Riardo con la SS.6 nel comune di Teano.

La rete ferroviaria a servizio dell'area d'intervento è costituita dalle linee:

- Caserta – Roma;
- Caserta – Benevento – Foggia;
- Linea MCNE Piedimonte Matese-S.M. Capua Vetere che con la connessione con la rete RFI, passando per Caserta, giunge fino a Napoli.

L' aeroporto di riferimento della regione è quello di Napoli Capodichino, che dista circa 60Km da Caianello e circa 90 Km da Benevento.

I porti principali presenti nell'area di studio sono quelli di Napoli, che dista circa 66 Km da Caianello e circa 95 Km da Benevento, e Salerno, che dista circa 110 Km da Caianello e circa 77 Km da Benevento.

Tra i nodi merci principali che sono localizzati nell'area di studio si evidenzia lo scalo ferroviario merci di Marcianise e l'interporto di Nola. Il primo dista 48 Km da Caianello e 100 Km da Benevento, mentre il secondo è distante circa 63 Km da Caianello e 74Km da Benevento.

Nell'area di intervento della infrastruttura di progetto, le zone di traffico vengono definite a livello comunale o di aggregazione di comuni, per un maggior livello di dettaglio necessario alla comprensione dei fenomeni di mobilità locale strettamente legati all'uso dell'infrastruttura.

La determinazione delle zone di traffico con questi criteri ha portato alla definizione di 585 zone nell'area di pertinenza dell'infrastruttura di progetto (49 relative all'area di intervento e in 536 relative all'area di studio) e di 409 zone relative al resto del territorio nazionale, per un totale di 994 zone di traffico.

Ad ogni zona di traffico è stato associato un centroide di zona collocato spazialmente nel baricentro della zona ottenuto pesando rispetto alla popolazione nel caso di zone con più comuni, oppure adottando le coordinate geografiche della casa comunale nel caso in cui la zona coincida con un singolo comune.

Ad ogni centroide sono associati alcuni dati atti a identificare e caratterizzare la corrispondente zona di traffico (ad esempio, codice centroide, denominazione, superficie, popolazione, addetti, ecc.), che verranno poi utilizzati nella fase di ricostruzione della domanda.

I risultati dell'analisi dei flussi di traffico nello scenario di progetto, relativamente alla direttrice di progetto SS.372 all'anno di entrata in esercizio evidenziano un Traffico Giornaliero Medio nel giorno feriale (TGM) di circa 19'200 veicoli per una percorrenza totale di poco meno di 1'145'000 veicoli-km giorno, composta in media per il 76% da autovetture e per il 24% da veicoli commerciali. Relativamente alle percorrenze effettuate dalle sole autovetture, il 46% dei veicoli-km prodotti in un giorno sull'infrastruttura sono relativi a spostamenti di scambio e di attraversamento dell'area di studio, mentre il restante 54% è prodotto da spostamenti locali interni. Relativamente alle percorrenze dei veicoli commerciali, di fatto si confermano le percentuali attuali, che vedono il 64% delle percorrenze prodotte dagli spostamenti di scambio o di attraversamento dell'area di studio (nazionali) ed il restante 36% prodotto dagli spostamenti locali interni.

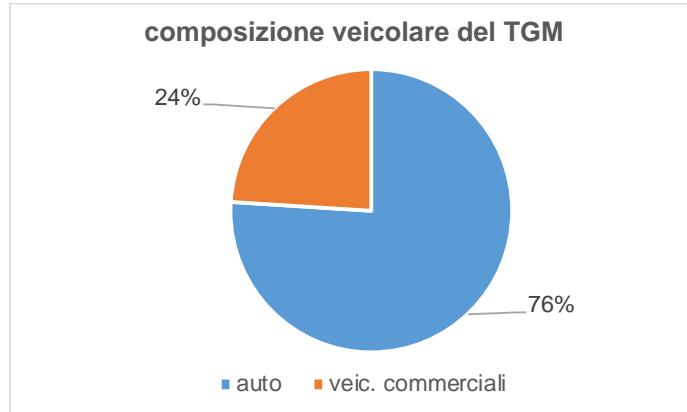


Figura 1 Composizione veicolare (progetto)

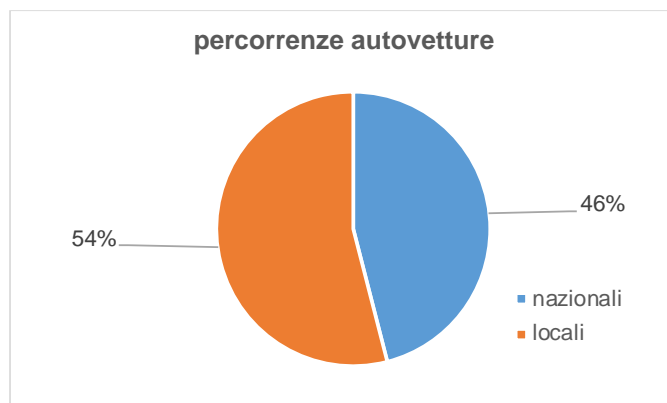


Figura 2 Percorse autovetture (progetto)

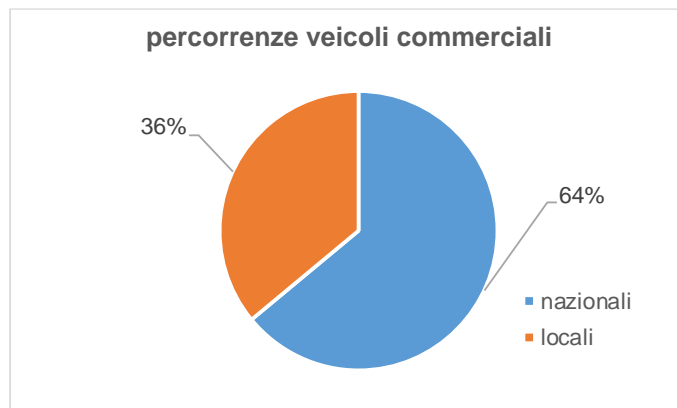


Figura 3 Percorse veicoli commerciali (progetto)

In base ai risultati ottenuti è possibile evidenziare come l'adeguamento della SS 372 ad una strada di tipo "B" renda l'infrastruttura fortemente competitiva per i collegamenti nazionali tra la Puglia, l'alta Campania ed il Lazio (e quindi il versante tirrenico del centro-nord Italia).

Infatti, la scelta del percorso tra le due alternative, che adesso hanno entrambe caratteristiche autostradali, vede nella Telesina il percorso più breve in un contesto in cui quest'ultimo è ulteriormente avvantaggiato dall'incremento della velocità di deflusso rispetto all'attuale, che si aggiunge all'assenza di un costo di pedaggio.

A partire dal TGM di circa 15'000 veicoli che si registra tra lo svincolo di Caianello della autostrada A1 e Pietravairano ed escludendo la tratta Alife-Gioia Sannitica (dove si hanno poco meno di 14'000 veicoli), il TGM totale si attesta su valori di circa 18'000 veicoli fino a San Salvatore Telesino (e qui finisce la tratta di intervento che si riferisce al Lotto 2), per poi superare le 23'000 unità nella tratta finale, con una punta massima di circa 24'500 veicoli tra Solopaca e Paupisi.

Dalle analisi effettuate risulta evidente la crescita del traffico per tutti i tratti dell'infrastruttura di progetto e per tutti gli orizzonti temporali di analisi.

Tale crescita è però ampiamente assorbita dall'incremento di capacità offerta dal sistema stradale per effetto della messa in esercizio di un'infrastruttura di tipo B che, nelle condizioni più critiche (scenario 2050 e tratta più trafficata), confina il grado di saturazione ad un valore ben lontano dal limite di ammissibilità.

5 GEOLOGIA E GEOTECNICA

L'area del previsto intervento di adeguamento della S.S. 372 "Telesina" è impostata sui terreni recenti lungo il fondovalle dei fiumi Volturno e Calore.

Il tracciato in progetto ha uno sviluppo orientato circa ENE-WSW, partendo dallo svincolo di Caianello, attraversa i comuni di Vairano Patenora (CE), Pietravairano (CE) e, dopo aver attraversato Monte Monaco costeggia il Fiume Volturno attraversando i comuni di Baia e Latina (CE), Dragoni (CE), Alviagnano (CE), Piedimonte Matese (CE), Gioia Sannitica (CE), Faicchio (BN), Puglianello (BN) e San Salvatore Telesino (BN).

Nella figura seguente (Figura 4) viene mostrato un estratto della carta del Progetto CARG in scala 1:100000 della zona in esame.

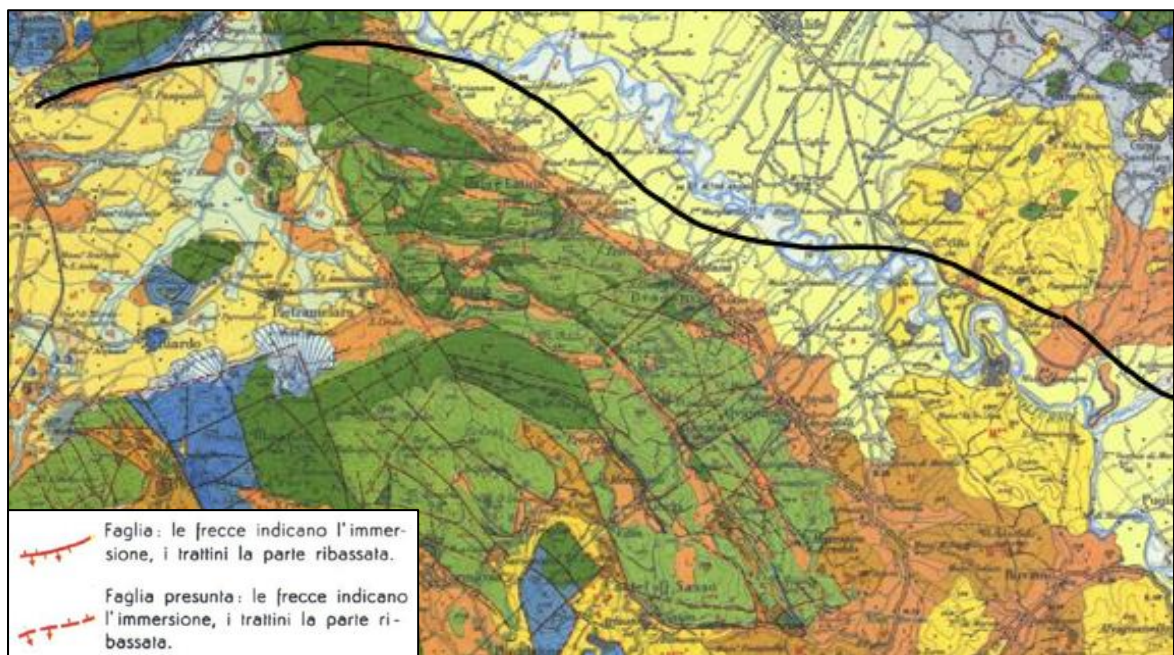


Figura 4. Carta geologica, foglio 172 Caserta - CARG, scala 1:100000; in nero il tracciato di progetto.

Nell'area interessata dal progetto, è possibile riconoscere le seguenti caratteristiche:

- il primo tratto del tracciato, da Caianello a Pietravairano, è situato ad oriente del vulcano di Roccamonfina, sui prodotti alluvionali sabbioso-limosi (formazione continentale) con inclusi piroclastici (formazione vulcanica) dell'Olocene-Pleistocene;
- Il secondo tratto, da Pietravairano a San Salvatore Telesino, è caratterizzato dalla presenza di prodotti fluvio-alluvionali della grande piana del Fiume Volturno (formazione continentale) dell'Olocene.

Nell'area interessata in oggetto, si riconoscono le formazioni continentali caratterizzate da formazioni non affioranti, quali alluvioni recenti a litologia argillosa-sabbiosa-limosa, e formazioni vulcaniche affioranti a litologia sabbiosa con lapilli e pomici, lenti ciottolose, risalenti all'Olocene.

Si incontrano poi il sistema vulcanico di Roccamonfina, risalente al Pleistocene, caratterizzato da ignimbriti trachitiche, con piccole pomici alla base, e più lapideo, grigiastro verso l'alto. All'altezza di Monte Monaco e Monte Fossato il tracciato attraversa un sistema di calcari detritici e microcristallini bianchi con intercalazioni di livelli argillosi verdi e calcari conglomeratici di colore grigio scuro appartenenti all'Unità calcarea Matese – Monte Maggiore, per poi passare, all'altezza dell'abitato di Alife, a conglomerati e calcari di età mesozoica e ad arenarie grossolane quarzoso-micacee, a tratti bituminose, di età miocenica. Durante il rilievo geomeccanico in situ, il suddetto calcare è affiorante e risulta caratterizzato da un intenso grado di fratturazione: per gli affioramenti censiti sono in corso di redazione schede specifiche con le caratteristiche geostrutturali rilevate che sono inserite negli elaborati di Progetto Definitivo.

Fino al comune di San Salvatore Telesino, il tracciato in progetto incontra l'ignimbrite campana, che ricopre con una coltre di spessore variabile una successione di depositi alluvionali terrazzati a litologia ghiaioso-sabbiosa, con ciottoli e livelli di argilla grigio-azzurra con intercalazioni sabbiose, e un'alternanza di argille marnose e marne argillose nella parte terminale del tracciato.

Nell'ambito degli studi e delle attività per la redazione del Progetto Definitivo si è provveduto a censire le indagini geognostiche pregresse d'interesse e a predisporre un apposito piano d'indagini integrative, al fine di consentire una corretta ricostruzione del profilo geologico-stratigrafico e un profilo geotecnico di dettaglio.

Le indagini svolte nelle campagne pregresse (anni 2003 e 2004), che interessano la parte di progetto in esame (dalla PK 0+000 alla PK 37+000) sono:

- N.2 sondaggi a carotaggio continuo con S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelievo di campioni indisturbati (sondaggio S1 e sondaggio S2);
- N. 4 prove penetrometriche dinamiche leggere (P1 alla PK 2+350, P2 alla PK 20+250, P3 alla PK 33+100, P4 alla PK 35+600);
- Analisi geotecniche di laboratorio su n.2 campioni indisturbati del sondaggio S1 su cui sono state eseguite analisi granulometriche, prove edometriche e prove di taglio diretto.

La campagna di indagini geognostiche integrative, prevede un piano di indagini articolato nel modo seguente:

- N. 175 sondaggi a carotaggio continuo (eventuali sondaggi a distruzione di nucleo per la messa in opera di piezometri);
- prove Lefranc;
- prove pressiometriche di tipo Menard;
- Prelievo di campioni indisturbati e/o rimaneggiati per le prove di laboratorio;

- Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica (CPTU);
- Esecuzione di n. 94 Pozzetti esplorativi, con prove di carico su piastra;
- prove geofisiche di tipo down-hole;
- N. 21 indagini geofisiche di tipo MASW

I campioni prelevati nel corso dei sondaggi, sono stati successivamente analizzati in laboratorio e sottoposti ad analisi granulometriche e per la determinazione dei limiti di Atterberg, prove edometriche, di taglio diretto, triassiali monotoniche e cicliche e prove di colonna risonante.

Dal punto di vista geotecnico, nei primi 10km del tracciato, al di sotto di uno strato di terreno vegetale o di materiali di riporto, si individua la diffusa presenza di cineriti e depositi alluvionali sciolti o debolmente consistenti, fino a profondità che possono superare i 15m pc. Tale unità risulta presente in porzioni ridotte ed a profondità minori anche in altre zone del tracciato ed è di particolare interesse per i seguenti aspetti:

- verifiche di stabilità globale dei rilevati;
- stima dei cedimenti di rilevati, muri di sostegno ed altre opere caratterizzate da un ridotto volume significativo;
- dimensionamento di fondazioni su pali e paratie;
- verifiche di suscettibilità alla liquefazione.

Le altre macro-unità individuate lungo il tracciato consistono in:

- depositi alluvionali mediamente addensati, di composizione granulometrica relativamente eterogenea e descritti da resistenze alla penetrazione da medie ad alte e da rigidezze medio-alte;

- depositi alluvionali mediamente consistenti, debolmente sovraconsolidati, allo stato plastico-semisolido e descritti da resistenze non drenate medio-alte e permeabilità riconducibili a quelle delle argille limose;
- unità costituite da sabbie ghiaiose limose e da ghiaie, con proprietà meccaniche molto buone e presenti in quantità maggiore nella seconda metà del tracciato;
- argille limose sabbiose sovraconsolidate e molto consistenti, presenti a profondità generalmente maggiori di 15m pc; nella prima parte del tracciato compaiono sotto forma di lenti, mentre nella parte finale rappresentano l'unità maggiorenente diffusa in profondità.

Localmente, si rinvengono porzioni limitate di unità costituite da conglomerati e rocce sedimentarie, di minore interesse ai fini del progetto.

6 ANALISI DEL REIMPIEGO DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE

6.1 UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Al fine di definire la gestione delle terre e rocce da scavo è stata predisposta una campagna di indagini ambientali e prestazionali, iniziata nel mese di marzo 2021 ed ancora in corso di esecuzione, che ha riguardato il prelievo di campioni ambientali sia lungo il tracciato che nelle aree di svincolo e nei depositi temporanei.

L'impresa TecnoIn S.p.A. ha realizzato le indagini in sito (pozzetti esplorativi, sondaggi a carotaggio continuo e prelievo di campioni ambientali) mentre il laboratorio Chelab S.r.l. ha eseguito le seguenti analisi di laboratorio per la caratterizzazione ambientale sia delle terre che dell'acqua di falda, di seguito riassunte.

- Analisi dei terreni secondo il DPR 120/2017 tab. 4.1 Allegato 4 (Set completo), con confronto CSC D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii. Tabella 1, colonne A e B;
- Analisi delle acque sotterranee applicando il set analitico della Tabella 4.1 Allegato 4 DPR 120/2017 ricercando gli idrocarburi totali espressi come n-esano, con confronto CSC D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii. Allegato 5, Tabella 2;
- Analisi dei terreni da gestire come rifiuti solidi ai fini:
 - della classificazione ai sensi del Regolamento (UE) n.1357/2014 della Commissione del 18 dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e della Decisione CEE/CEE/CECA 18/12/2014 n. 955 e del Regolamento (UE) 2017/997;

- classificazione in base al D.Lgs. N. 121 Del 03/09/2020 (Attuazione della Direttiva Ue 2018/850, che Modifica la Direttiva 1999/31/CE Relativa alle discariche di Rifiuti) e al D.Lgs. 36/2003 e s.m.i. (Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche dei rifiuti);
- del recupero in impianti autorizzati in forma semplificata ai sensi del D.M. 05/02/1998 (Aggiornato con D.M. 186/2006).

In ogni caso si ricorda che si prediligerà la gestione dei terreni scavati come sotto-prodotto piuttosto che come rifiuto.

Requisiti ambientali

Nei campioni di terreno prelevati ai fini ambientali sono stati ricercati i parametri indicati dal DPR 120/2017, Tabella 4.1 – Set analitico completo, di seguito riportato:

- Metalli (As, Cd, Co, Cr totale, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn);
- Idrocarburi C<12;
- Idrocarburi C>12;
- Composti organici aromatici (BTEX), solo in alcuni campioni, come da indicazioni della committenza;
- Idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
- Amianto.

Le indagini ambientali condotte sui campioni di terreno e di acqua sotterranea relative al progetto hanno permesso di verificare quanto segue:

- **N. 179 campioni di terreno** sono stati sottoposti a caratterizzazione ambientale ai sensi del DPR 120/2017 ed i valori ottenuti sono stati confrontati con le CSC riportate in colonne A e B Tabella 1 dell'Allegato 5 del Titolo V alla parte IV del Decreto Legislativo 152/2006 e ss.mm.ii. La quasi totalità evidenzia il completo

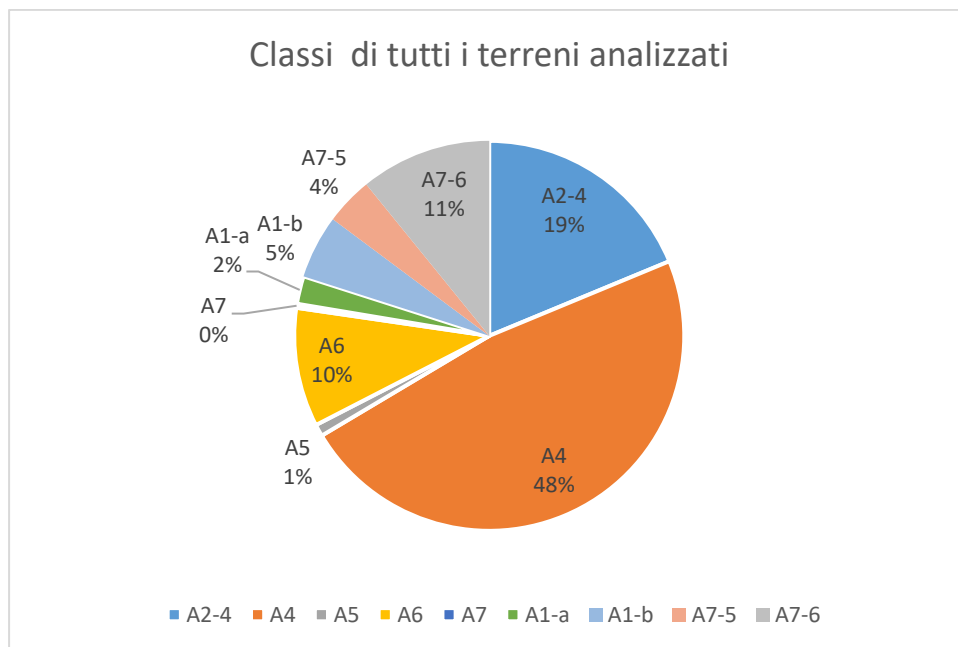
rispetto della Colonna A, mentre solo alcuni campioni rientrano ampiamente nella Colonna B. I parametri che presentano il superamento dello Colonna A sono l'Arsenico, il Cobalto e gli Idrocarburi C>12, alcuni di questi sono comunque rientrati nella colonna A, a seguito della valutazione della conformità al valore limite secondo il manuale ISPRA n.52/2009, sulla base dell'incertezza della misura, mentre solo alcuni superano di poco il limite della destinazione urbanistica residenziale;

- **N.24 campioni di terreno** sono stati caratterizzazione come rifiuti ai fini della classificazione della pericolosità, vista l'assenza delle caratteristiche di pericolo ai sensi del Regolamento (UE) n. 1357/2014 della Commissione del 18 dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e della Decisione CEE/CEEA/CECA 18/12/2014 n. 955 e del Regolamento (UE) 2017/997, ha evidenziato che i campioni sono rientrati nel codice CER 17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03;
- **N. 12 campioni di terreno** sono stati analizzati per la definizione dell'aggressività nei confronti del calcestruzzo mediante la determinazione dei solfati e dell'acidità;
- **N. 10 campioni di acqua sotterranea** risultano conformi alle concentrazioni di soglia riportate all'interno della Tabella 2 Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii;
- **N. 11 campioni di acqua sotterranea** sono stati analizzati per la definizione dell'aggressività nei confronti del calcestruzzo mediante la determinazione del ph, solfati, magnesio, azoto ammoniacale e CO₂ aggressiva.

Requisiti prestazionali




Sulla base della classificazione prestazionale dei terreni interessati dal presente progetto, questi risultano essere estremamente eterogenei e prevalentemente di natura coesiva, come di seguito riassunto nella tabella e nel grafico, le cui quantità sono riportate in percentuale:

classe	n. campioni
A ₂₋₄	57
A ₄	145
A ₅	3
A ₆	30
A ₇	1
A _{1-a}	7
A _{1-b}	16
A ₇₋₅	12
A ₇₋₆	33
totale	304



Al fine di poter prevedere e massimizzare il riutilizzo in cantiere delle terre e rocce da scavo, come sottoprodotto, sono state esaminate e raggruppate le classi di

appartenenza dei terreni, associandole alle diverse formazioni geologiche presenti lungo il tracciato con lo scopo di stimare la percentuale di riutilizzo "tal quale", in cantiere. Da un punto di vista geologico, le litologie presenti e con prove di laboratorio disponibili, sono di natura alluvionale ("b" e "b_b") e vulcanica ("l"). Di seguito si riporta la legenda desunta dagli elaborati geologici disponibili:

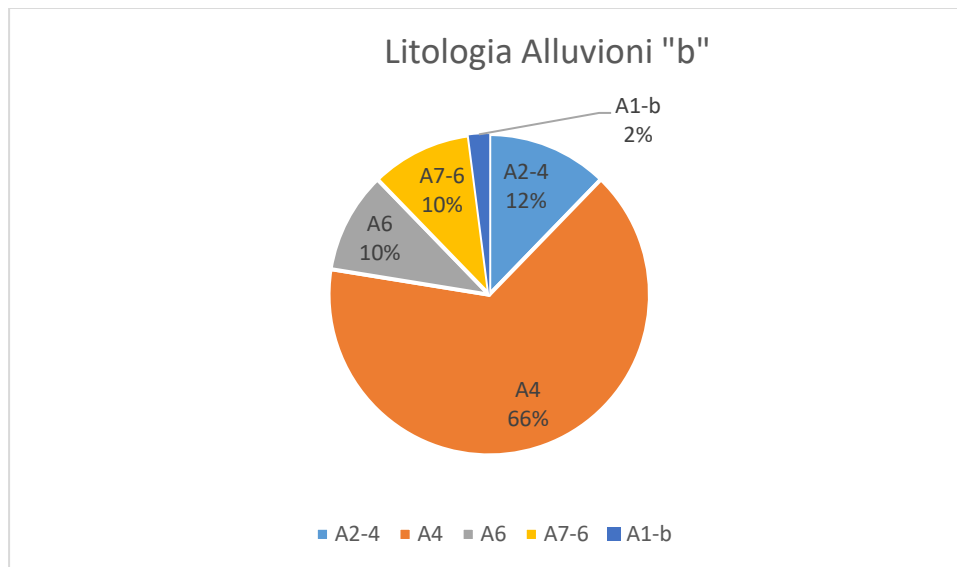
- 
Depositi alluvionali (b). Sabbie e ghiaie poligeniche in matrice sabbioso-limosa, con livelli limoso-argillosi, connesse alla dinamica fluviale attuale. Depositi di alveo e golena. *Olocene e superiore*
- 
Depositi fluvio-lacustri antichi indifferenziati (bb). Ghiaie poligeniche a matrice sabbioso-limosa in banchi e strati con sabbie limose (s); argille e limi argillosi (l) e argille grigio azzurre (ag). *Pleistocene superiore – Olocene superiore*
- 
Prodotti piroclastici indifferenziati (l). Ceneri, pomici e lapilli in strati prevalentemente medio-spessi, di colore da grigio scuro ad ocra, incoerenti o scarsamente coerenti, a luoghi rimaneggiati e intercalati a depositi alluvionali o di versante e a livelli di paleosuoli (*Pleistocene superiore - Olocene*), contenenti

Formazione "b" - Depositi alluvionali attuali

Si tratta di terreni a granulometria variabile, prevalentemente fini e solo raramente medio-grossolani e corrispondono ai depositi connessi alla dinamica fluviale attuale.

Le prove di laboratorio eseguite sui 49 campioni appartenenti a questa litologia sono:

<i>classe</i>	<i>n. campioni</i>
A ₂₋₄	6
A ₄	32
A ₆	5
A ₇₋₆	5
A _{1-b}	1
TOTALE	49



Da quanto sopra riportato, le classi maggiormente rappresentate (86%) sono: A₄, A₆ e A₇₋₆ e corrispondono a terreni che non possono essere riutilizzati tal quale ma comunque possono essere impiegati per le sistemazioni morfologiche in cantiere oppure il recupero ambientale di cave. La restante parte (14%) di terreno è costituita da A_{1-b} e A₂₋₄ e quindi, viste le caratteristiche prestazionali, può essere utilizzato "tal quale".

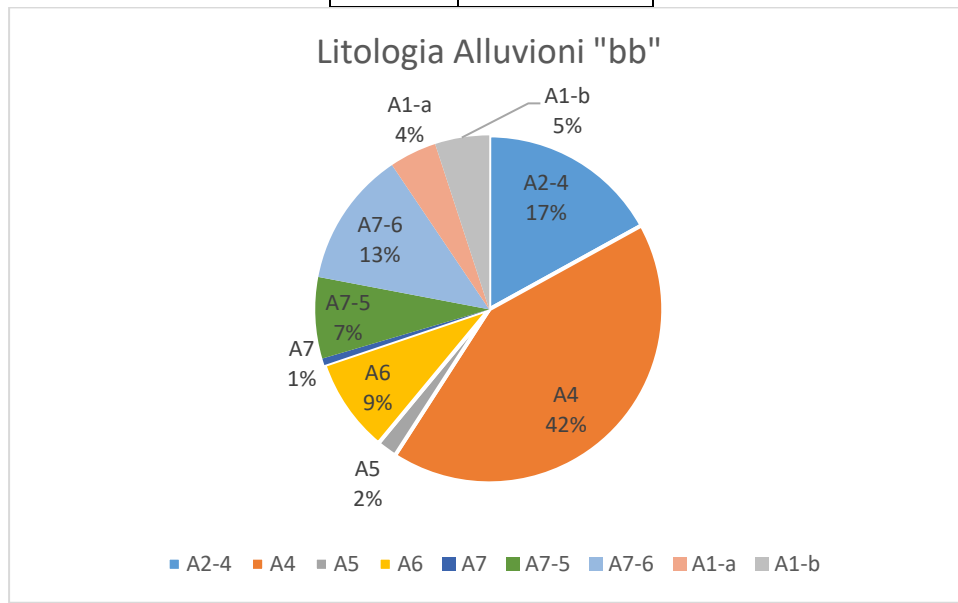
Formazione "b_b" - Depositi fluvio-lacustri antichi indifferenziati

Si tratta di terreni a granulometria variabile, prevalentemente limoso-argillosi e solo localmente sabbioso-ghiaiosi e corrispondono ai depositi fluviale e lacustri antichi.

Le prove di laboratorio eseguite sui 159 campioni appartenenti a questa litologia sono:

classe	n. campioni
A ₂₋₄	27
A ₄	67
A ₅	3
A ₆	14
A ₇	1
A ₇₋₅	12
A ₇₋₆	20

A1-a	7
A1-b	8
TOTALE	159



Da quanto sopra riportato, le classi maggiormente rappresentate (74%) sono: A4, A5, A6, A7, A7-5 e A7-6 e corrispondono a terreni che non possono essere riutilizzati tal quale ma comunque possono essere impiegati per le sistemazioni morfologiche in cantiere oppure il recupero ambientale di cave. La restante parte (26%) di terreno è costituita da A1-a, A1-a, A1-b e A2-4 e quindi, viste le caratteristiche prestazionali, può essere utilizzato tal quale.

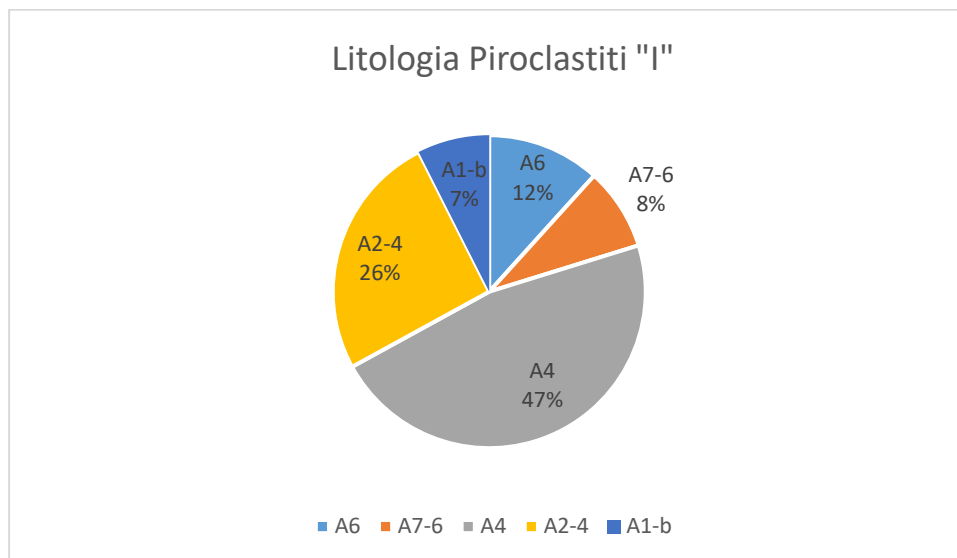
Formazione "I" - Depositi piroclastici indifferenziati

Appartengono a questa formazione i terreni piroclastici del bacino del golfo di Napoli, costituiti da ceneri, pomici e lapilli, incoerenti o scarsamente coerenti, a luoghi rimaneggiati.

Le prove di laboratorio eseguite su 94 campioni appartenenti a questa litologia sono:

classe	n. campioni
A6	11
A7-6	8

A ₄	44
A ₂₋₄	24
A _{1-b}	7
TOTALE	94



Quindi, sulla base di tutti i dati elaborati, emerge che i terreni oggetto di scavo, sono in prevalenza (circa il 67%) di natura limoso-argillosa e quindi non riutilizzabili "tal quale" per la realizzazione dei rilevati. Vista però la loro caratterizzazione ambientale, gli stessi possono comunque essere utilizzati sia in cantiere con finalità di recupero morfologico (riprofilature di scarpate, aree di svincolo, ecc.) e sia all'esterno per il recupero di cave dismesse e/o in attività.

La restante parte (circa il 33%), appartenendo alle classi A_{1-b} e A₂₋₄ è idonea ad essere utilizzata "tal quale" per la realizzazione dei rilevati stradali.

In base all'analisi dei pozzetti esplorativi/sondaggi a carotaggio e delle prove realizzate, i materiali, suddivisi per litotipo e per presenza lungo il tracciato, sono di seguito riportati

in tabella, caratterizzati sia come gruppo/classe che come eventuale percentuale/tipo di
 utilizzo:

<i>Dal km</i>	<i>Al km</i>	<i>Formazione geo</i>
0+000	7+700	i
7+700	8+540	b
8+540	8+720	QRC
8+720	11+100	i
11+100	18+200	bb
18+200	18+420	b
18+420	22+446	bb
22+446	22+530	b
22+530	24+000	bb
24+000	26+100	b
26+100	26+607	FYRC*
26+607	28+940	b
28+940	30+000	bb
30+000	30+340	b
30+340	30+650	bb
30+650	30+900	i
30+900	31+300	bb
31+300	30+520	b
31+520	Fine lotto	bb

<i>formazione</i>	<i>% recupero tal quale</i>	<i>% recupero con stabilizzazione a calce</i>
i	33%	50%
b	14%	--
bb	26%	50%
FYRC*	60% Valore stimato. Sono disponibili solo 2 prove che hanno entrambi fornito una classe A4	--
QRC	90% Valore stimato	--

Stabilizzazione a calce

A seguito della verifica delle classi di idoneità delle litologie "i" e "bb" a poter essere stabilizzate con calce (A₄, A₅, A₆ e A₇), sono state predisposte ed attualmente in corso tutte le prove di laboratorio specifiche per la valutazione dell'efficacia del trattamento, a cui farà seguito la realizzazione di un campo prova.

I n.6 pozzetti in cui sono stati prelevati in totale n.6 campioni di grosso volume (uno in ciascun pozzetto) sono i seguenti:

ID Pozzetto esplorativo	Progressiva chilometrica	Litologia
PZ2 Bis	0+515	Piroclastite "i"
PZ14 Bis	3+300	Piroclastite "i"
PZ22 Bis	6+580	Piroclastite "i"
PZ31 Bis	9+900	Piroclastite "i"
PZ39 Bis	14+220	Alluvioni antiche "bb"
PZ96 Bis	33+800	Alluvioni antiche "bb"

Sui n. 6 campioni rimaneggiati, prelevati da 0.5 a 2.0 metri, sono in corso le seguenti analisi di laboratorio:

Sul terreno naturale non trattato.

- Analisi granulometrica per setacciatura e per sedimentazione
- Peso specifico dei grani, determinazione dei limiti di consistenza, classificazione delle terre UNI 10006
- Determinazione del contenuto di sostanza organica, del contenuto in solfati SO₃ ed il valore del blu di metilene
- Consumo iniziale di calce CIC
- Prova di costipamento AASHO modificato

- Prova CBR su campione di terreno senza imbibizione
- Prova CBR su campione di terreno dopo 4 gg. imbibizione in acqua
- Prova di compressione ad espansione laterale libera
- Prova edometrica
- Prova di taglio diretto

Sulla miscela terra-calce

(n. 3 miscele terra-calce per ogni pozzetto, con percentuale di calce viva da determinare sulla base del valore di consumo iniziale di calce, a partire dal valore di CIC + 0.5% più i successivi incrementi)

- Analisi granulometrica per setacciatura e per sedimentazione
- Peso specifico dei grani e determinazione dei limiti di consistenza
- Prova di costipamento AASHO modificato
- Prova CBR senza maturazione
- Prova CBR (7gg maturazione + 4 gg. imbibizione in acqua)
- Prova CBR (28gg maturazione + 4 gg. imbibizione in acqua)
- Prova di resistenza a compressione ELL (7gg maturazione)
- Prova edometrica (7gg maturazione)
- Prova di taglio diretto (7gg maturazione)

Oltre alla previsione delle terre e rocce da scavo, le attività connesse alla realizzazione del corpo stradale e delle opere d'arte comportano movimenti di materie quali le demolizioni delle strutture in c.a. ed opere murarie oltre che la demolizione della sovrastruttura stradale.

Anche per la gestione di queste materie, così come per le terre e rocce da scavo, si è riutilizzato al massimo quanto demolito, e saranno identificati gli impianti che possano ricevere questo tipo di materiali, trasformarli e quindi fornirli di nuovo in cantiere.

Le tabelle seguenti, il cui approfondimento è contenuto nell'elaborato T00_GE08_GEO_RE01_B, sintetizza il bilancio terre, i fabbisogni e le quantità che dovranno essere smaltite.

SCAVI		Terreno (mc)	Terreno Vegetale (mc)
	Scavo bonifica	211.330	
	Scavo sbancamenti	886.355	
	Scavo idraulica di linea	91.250	
	Scavo opere d'arte	547.602	
TOTALE	1.736.537	269.508	
FABBISOGNI	Terre da rilevato per ripristino scotico	269.508	
	Terre da rilevato per ripristino bonifica	211.330	
	Terre da rilevato per solido stradale	1.976.426	
	Terre da rilevato per comp. cedimenti	100.000	
	Ritombamento opere d'arte	476.414	
TOTALE	3.033.678	193.938	
RECUPERO	Terreno tal quale + terreno trattato a calce	728.156	
	Riciclati cls opere d'arte	158.000	
	Ritombamento opere d'arte	476.414	
	TOTALE	1.362.570	193.938
Fabbisogno		Riutilizzo (terre + riciclati)	FORNITURA DA CAVA
3.033.678 mc		1.362.570 mc (728.156mc + 476.414mc + 158.000mc)	1.671.108 mc
Totale scavi terre		Riutilizzo terre	ESUBERI TERRE DA SMALTIRE
1.736.537 mc		1.204.569 mc (da 728.156mc + 476.414mc)	531.968 mc
Totale scavi terreno vegetale		Riutilizzo terreno vegetale	ESUBERI TERRENO VEGETALE DA SMALTIRE
269.508 mc		193.938 mc	75.570 mc

6.2 SITI DI APPROVVIGIONAMENTO

Fabbisogno da cava

Per la realizzazione dell'infrastruttura si prevede un fabbisogno di inerti che sarà soddisfatto in parte utilizzando i materiali da scavo recuperati e stabilizzati a calce che verranno prodotti nell'ambito delle lavorazioni, mentre il quantitativo restante dovrà essere approvvigionato dall'esterno.

Come indicato nel precedente paragrafo, per la realizzazione dell'infrastruttura si prevede un fabbisogno totale di circa **3.033.678 mc** a cui vanno sottratti i volumi di terreno riutilizzabili pari a **1.362.570 mc**, ne consegue che la fornitura da cava sarà pari a **1.671.108 mc**.

Al fine di poter pianificare le diverse attività legate al reperimento dei materiali per la realizzazione dell'infrastruttura, si è proceduto ad un'analisi territoriale tesa all'individuazione dei possibili impianti autorizzati estrattivi posti nelle vicinanze del tracciato.

Con riferimento a quanto sopra, sono stati individuati alcuni siti estrattivi utilizzabili per l'approvvigionamento di materiali necessari per la realizzazione delle opere previste. Tale analisi è stata sviluppata in un'area sufficientemente estesa intorno all'area di tracciato e si è basata sia sulle informazioni reperite dal Piano Regionale Attività Estrattive della Regione Campania e dagli uffici del Genio Civile di Caserta e Benevento che attraverso verifiche dirette.

L'analisi ha permesso di verificare la presenza, sul territorio della regione Campania ma anche nelle regioni limitrofe, di impianti in grado di fornire i materiali e le granulometrie necessarie alla realizzazione dell'opera.

Nella tabella seguente sono indicate le cave e gli impianti in grado di fornire inerti, individuate in un buffer di 30 km dal tracciato stradale, che hanno complessivamente una

potenzialità sufficiente, leggermente superiore, a coprire il fabbisogno di materiale e pari ad oggi a: **1.860.000 mc.**

Esuberi da smaltire

La gestione delle terre e rocce da scavo prevede, ricorrendo anche alla stabilizzazione a calce, un volume di terre da smaltire pari a **531.968 mc.**

Tale materiale sarà recapitato presso la cava abbandonata (codice 61048_19) sita a Maddaloni in località Carrarone – Migliarole, autorizzata dal Genio Civile di Caserta alla ricezione di terre e rocce da scavo per il suo recupero ambientale che sarà eseguito dalla Nuova SGA Srl.

Nel caso in cui non si possa procedere con il trattamento a calce, il volume ulteriore da smaltire sarà pari a circa 400.000 – 500.000 mc che sarà inviato nella cava Salice Calcestruzzi Srl, ubicata nel comune di San Giovanni Rotondo (FG) e distante circa 160 km dal cantiere che si è resa disponibile a ricevere 600.000 mc di terre in colonna A e B (dglS 152/2006). Il ricorso ad un sito estremamente lontano dall'area dei lavori è stato reso necessaria a causa dell'impossibilità di individuare, al momento, cave e/o impianti nelle province di Caserta e Benevento , autorizzati al ricevimento delle terre e rocce da scavo.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei siti di approvvigionamento e smaltimento.

FORNITURA

ID cava	Ubicazione	Proprietà	Litologia	Autorizzazione		Volume disponibili ad oggi	Volume utilizzato per il progetto	Distanza dal cantiere
				data rilascio	data scadenza			
C07CE-01	Rocca d'Evandro (CE) loc. Acquamara	Ca.Mo.Ter. Srl	basalto	D.D.72 (5/7/2016)	6/7/2030	1.200.000 mc	1.200.000 mc	28 km
61048_06	Maddaloni (CE) loc. Crocelle	IN.CA. Srl	calcare	D.D. 24 (2/1/2019)	15/1/2024	360.000 mc	360.000 mc	25 km
61060_02	Pignataro Maggiore (CE)	Eurocave Srl	calcare	D.D. 45 (18/2/2019)	15/2/2024	300.000 mc	300.000 mc	16 km
TOTALE mc							1.860.000 mc	

SMALTIMENTO

ID cava	Ubicazione	Proprietà	Autorizzazione		Volume disponibili ad oggi	Volume utilizzato per il progetto	Distanza dal cantiere
			data rilascio	data scadenza			
61048_19	Maddaloni (CE) loc. Carrarone-Migliarole	Nuova SGA Srl	D.D. 14 (12/2/2021)	2/11/2024	560.000 mc in Colonna A (dlgs 1525/2006)	560.000 mc	29 km
--	San Giovanni Rotondo (FG) (*)	Salice Calcestruzzi Srl	D.D. 192 (9/9/2019)	15/9/2031	600.000 mc (*)	--(*)	160 km
TOTALE mc						1.160.000 mc	560.000 mc

(*) Cava interessata dal progetto solo nel caso in cui non sia possibile realizzare la stabilizzazione a calce dei terreni scava

7 IDROLOGIA E IDRAULICA

L'opera in progetto ricade nel territorio di competenza del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (DIAM) e in particolare nel bacino del Fiume Volturno, nel tratto che va dalla confluenza con il Fiume Lete in prossimità della località Serretelle, frazione del comune di Ailano (CE), fino alla confluenza con il Fiume Calore a circa 82 km dalla foce. In particolar modo si è studiata l'interferenza dell'opera stradale in progetto nel tratto del Fiume Volturno che va da circa 4 km a valle della confluenza con il Torrente Torano in prossimità della località Ponte Margherita nel comune di Dragoni (CE), fino al ponte di Amorosi, a circa 8 km a valle della confluenza con il Torrente Titerno e a circa 2 km a monte della confluenza con il Fiume Calore.

Le interferenze idrauliche secondarie sono numerose, le principali sono: nel versante sud tra i comuni di Caianello (CE), Vairano Paternora (CE), Pietravairano (CE), Baia e Latina (CE), Dragoni (CE), Alife (CE) e Alignano (CE), il Rio delle Starze, il Fosso San Pietro, i valloni Rava, Ponte Murato e Castelluccio e il Rio Tella; nel versante nord, tra i comuni di Gioia Sannitica (CE), Ruviانو (CE), Faicchio (BN), Puglianello (BN) e San Salvatore Telesino (BN), i valloni Erba Bianca e Possente, il Torrente Titerno e il Fosso Marafi. Tra questi il Rio San Felice e il Torrente Titerno sono sicuramente di assoluta rilevanza con bacini idrografici estesi (superiori a 100 km²).

Il Piano Gestione Alluvioni (PGA) è stato redatto **dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (AdBDAM, 2021)**. In tale piano sia il Fiume Volturno (già studiato nell'ambito del PSDA del 1999) sia il Torrente Titerno figurano tra le aste modellate da un punto di vista idrologico ed idraulico. Conseguentemente il Piano ha prodotto, lungo tali aste, la mappatura delle aree inondabili e i valori delle portate per assegnati tempi di ritorno, assunti pari a 30, 100 e 300 anni, corrispondenti alle aree di

inondazione con pericolosità rispettivamente P3 (alta probabilità), P2 (media probabilità) e P1 (bassa probabilità) a cui fare riferimento nella progettazione.

Le portate di progetto del Volturno (valutate per i tempi di ritorno 30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni) sono state quindi calcolate realizzando un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico, basato sull'idrogramma unitario istantaneo, in cui le perdite sono definite con il metodo CN del SCS con ietogrammi di pioggia sintetici di forma triangolare. Le piogge sul bacino sono state ricavate dalla regionalizzazione VAPI della Regione Campania (CNR-GNDCI) in accordo con il PGRA del 2021 e il PSDA del 1999 (AdBDAM). Nella verifica le portate al colmo calcolate sono risultate leggermente cautelative rispetto a quelle determinate nel PGRA per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

L'adattamento delle piogge VAPI per la durata giornaliera, compatibile con i tempi di concentrazione del Volturno e dei due principali affluenti secondari (Torrente Titrerno e Rio delle Starze), sono state verificate in alcune stazioni significative (dotate di lunghe serie di registrazioni) aggiornando il campione empirico all'anno 2020.

La verifica delle portate è stata condotta su 3 sottobacini del Fiume Volturno: alla confluenza del Torano, alla confluenza del Titrerno e alla confluenza Calore (circa corrispondente alla sezione idrometrografica di Amorosi). Con il modello idrologico verificato si sono successivamente determinate le portate attese per i diversi tempi di ritorno adottati (30, 50, 100, 200, 300, 500 e 1000 anni) alla sezione corrispondente all'attraversamento del viadotto della SS 372 Telesina sul Fiume Volturno.

Le portate di progetto del Torrente Titrerno (indicate per i tempi di ritorno 30, 100 e 300 nel PGRA) sono state anch'esse verificate realizzando un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico, basato sull'idrogramma unitario istantaneo. Per questo torrente secondario si sono adottati: (i) il coefficiente di deflusso medio del corrispondente bacino, in base alla Carta dei complessi geolitologici della Regione Campania; (ii) le piogge ricavate

dalla regionalizzazione VAPI con ietogrammi di forma rettangolare. Anche in questo caso le portate al colmo calcolate sono risultate leggermente cautelative rispetto a quelle determinate nel PGRA per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni.

Le portate di progetto del Rio San Felice sono state ricavate utilizzando il modello cinematico, in cui la portata al colmo di piena è calcolata con la formula razionale, con la medesima metodologia descritta successivamente per i bacini minori. L'onda di piena duecentennale utilizzata nella verifica di compatibilità idraulica di questo attraversamento viario è stata determinata con un modello afflussi-deflussi di tipo geomorfologico, basato sull'idrogramma unitario istantaneo.

Per la stima delle precipitazioni intense, calcolate per determinare gli afflussi sia ai bacini dei valloni e torrenti interferenti, sia agli elementi di drenaggio della piattaforma stradale e ai fossi di guardia della viabilità in progetto, assieme ai relativi tombini di attraversamento stradale, si è realizzata una verifica della regionalizzazione VAPI della Campania. Tale verifica è consistita nel controllo dell'adattamento della distribuzione di probabilità pluviometrica stimata con la regionalizzazione VAPI al campione dei dati registrati in 4 pluviografi significativi vicini all'area d'interesse (Roccamonfina, Letino, Caiazzo e Morcone), aggiornando i dati storici (VAPI) delle piogge di breve durata e massima intensità, fino al 2020.

Per le brevi durate la verifica della pluviometria VAPI ha mostrato come nell'area d'interesse la distribuzione di probabilità pluviometrica VAPI sottostimi i valori estremi dei campioni empirici aggiornati.

Conseguentemente si è operato stimando localmente, nelle quattro stazioni pluviometriche considerate, un modello di distribuzione di probabilità alternativo a quello proposto nella regionalizzazione VAPI. I modelli stimati nelle due stazioni appartengono alla famiglia della distribuzione asintotica dei valori estremi, di tipo I (Gumbel) o II (Fréchet),

caratterizzata da due parametri. L'assunzione di un modello a due parametri, che presenta una minore flessibilità (accuratezza) rispetto a modelli più complessi (tipo GEV, a tre parametri, o TCEV, a quattro parametri), è giustificato dalla limitata numerosità campionaria localmente disponibile (per i quattro pluviometri citati rispettivamente 38, 32, 37 e 35 anni di osservazione); in tal modo si è voluto favorire la robustezza della stima nei confronti di eventi al di fuori dell'intervallo di osservazione (estrapolazione per i tempi di ritorno assunti nel progetto).

L'adattamento delle distribuzioni di probabilità stimate localmente ai campioni di dati registrati ai pluviometri considerati ha mostrato come tale modello probabilistico riesca a rappresentare anche gli eventi pluviometrico maggiori.

Il modello afflussi-deflussi utilizzato per la stima delle portate di progetto è il modello cinematico, in cui la portata al colmo di piena è calcolata con la formula razionale adottando per la precipitazione la distribuzione di Gumbel. Cautelativamente le opere in progetto sono state verificate anche con le portate ricavate adottando la distribuzione di Fréchet (che fornisce piogge maggiori fino a circa il 50% rispetto a quelle determinate con la distribuzione di Gumbel).

Una volta definita l'idrologia di progetto la verifica idraulica dell'interferenza con il Fiume Volturno è stata realizzata con un modello di moto vario bidimensionale, mentre la verifica dell'interferenza con il Torrente Titerno è stata realizzata con un modello monodimensionale di moto permanente. L'interferenza con il Rio San Felice (o Rio delle Starze), dove a valle dell'attraversamento è presente l'abitato di Pietravairano, è stata valutata invece con un modello monodimensionale di moto vario, per valutare l'effetto prodotto dalla realizzazione del nuovo viadotto sul territorio circostante.

Infine le verifiche delle interferenze con ponti e viadotti sui torrenti, fossi e valloni secondari sono state realizzate con modelli monodimensionali di moto permanente, con le

portate ricavate sia dalla distribuzione di Gumbel, sia dalla distribuzione di Fréchet, come successivamente specificato.

La risoluzione delle interferenze idrografiche minori (attraversamenti idraulici della viabilità in progetto) avviene con la realizzazione di tombini idraulici, in cemento armato di sezione scatolare, con una sezione minima rispettivamente 2,0×2,0 m.

In tutti gli attraversamenti si è verificato il franco idraulico relativo all'evento di progetto con tempo di ritorno di 200 anni (adottando la distribuzione di probabilità di precipitazione di Gumbel), secondo quanto stabilito dalla normativa vigente. Si è poi verificata l'adeguatezza degli attraversamenti (con un grado di riempimento massimo dell'ordine dell'85%) con le portate duecentennali stimate con la distribuzione di Fréchet (con portate fino al 55% più grandi rispetto a quelle calcolate con la distribuzione di Gumbel).

In particolare per il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa, che dipende da numerosi fattori - quali la pendenza dell'opera, la sezione, la forma, la scabrezza e i livelli idrici che si instaurano a monte e a valle dell'opera stessa - ed è piuttosto complesso, perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero, sia in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante, le verifiche idrauliche compiute sono state finalizzate a determinare che il deflusso sia compatibile con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare la quota cielo del tombino, con un adeguato franco idraulico.

Le verifiche idrauliche relative ai fossi di guardia sono state realizzate con la medesima metodologia assunta per il dimensionamento dei tombini idraulici, dimensionati per eventi con tempi di ritorno di 50 anni.

Nella relazione idraulica è dedicato un capitolo alle aree di cantiere all'interno del quale è stato trattato il rischio idraulico delle aree che ricadono in prossimità dei corsi d'acqua.

In particolare, per l'area di cantiere base CB_01 Pietravairano, il reticolo idrografico regionale è errato in quanto la scolina presente non confluisce nell'attraversamento viario della Telesina (ubicato a quote superiori), bensì confluisce nel reticolo superficiale con esito nel Rio delle Starze a monte dell'attuale Telesina; l'area di cantiere risulta esterna alle aree di esondazione del Rio delle Starze per l'evento con tempo di ritorno 30 anni. L'area di cantiere operativo CO_02 Pietravairano non viene interessata dalla piena con tempo di ritorno trentennale del fosso indicato in figura. L'area di cantiere CB_03, invece, ricadeva inizialmente nelle aree di esondazione del Fosso di Marafi per il tempo di ritorno di 200 anni. L'area è stata riprogettata e posizionata completamente ad ovest della Strada Comunale Puglianello e a nord dello svincolo Faicchio esistente. La difesa dell'area è assicurata da un arginello provvisorio con altezza media di circa 1,50 m e altezza massima 2,00 m, garantendo un franco idraulico, sul livello idraulico atteso della piena con tempo di ritorno $T = 30$ anni, superiore a 50 cm. La realizzazione dell'arginello non induce variazioni di livello e velocità tra la condizione ante (stato attuale) e la condizione post operam (realizzazione dell'area di cantiere), in quanto il livello idrico nelle aree limitrofe a quella del previsto cantiere CB_03 è idrostatico, essendo determinato dal rigurgito provocato dalla limitata capacità di drenaggio degli attraversamenti allagati esistenti: attraversamento del Fosso Marafi e del sottovia dello svincolo Faicchio, S.C. Puglianello. Le velocità a ridosso dell'argine provvisorio sono inoltre modestissime considerando che l'allagamento a monte della Telesina avviene per il rigurgito degli attraversamenti a valle.

7.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Gli schemi della rete di smaltimento delle acque di piattaforma sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato e/o interferenti. Il sistema dedicato alla raccolta delle acque di piattaforma stradale prevede la raccolta ed il convogliamento dei deflussi, a monte di ogni recapito, ad una vasca per il trattamento delle acque di prima pioggia raccolte. Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica assunta alla base del progetto corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 25 anni.

In corrispondenza dei tratti in rilevato, la raccolta delle acque meteoriche di piattaforma è prevista mediante un sistema di caditoie e canalette tipo CB1, in grado di inviare le acque alla rete di collettori sottostante.

In corrispondenza dei tratti in trincea, la raccolta è prevista mediante la realizzazione di una cunetta francese in grado di recapitare le acque raccolte alla rete di collettori sottostante, mediante una serie di griglie poste ad interasse opportuno.

In corrispondenza dei tratti in viadotto, le acque vengono raccolte mediante una serie di bocchettoni in grado di inviare le acque raccolte ad un tubo in acciaio staffato all'impalcato.

In corrispondenza dei muri di sostegno è stato previsto un sistema di raccolta costituito da caditoie e canalette tipo CB1 per la raccolta delle acque, recapitanti alla rete di collettori sottostanti.

Le reti di collettori in PEAD dedicate alla raccolta delle acque della piattaforma stradale con le modalità descritte, inviano le acque ad una serie di vasche per il trattamento delle acque di prima pioggia poste lungo il tracciato stradale, per poi giungere a recapito.

Tabella - Dimensioni caratteristiche delle tubazioni circolari in PEAD SN4

ϕ (mm)	Spessore (mm)	Diametro esterno (mm)
170	15.0	200
400	32.5	465
500	40.0	580
600	50.0	700
800	65.0	930
1024	88.0	1200

Le portate di dimensionamento sono state calcolate per i tempi di concentrazione τ_c , determinati considerando un tempo di afflusso di 3' più il tempo di rete. Per le aree sottese si sono adottati differenti coefficienti di deflusso medio ϕ , distinguendo tra superfici pavimentate (ϕ pari a 0.9), scarpate o aree verdi (ϕ pari a 0.4).

La capacità di trasporto è stata verificata con l'equazione di Chèzy, con il coefficiente di scabrezza di Gaucker - Strickler, posto per le tubazioni in PEAD, canalizzazioni in c.a. e tubazioni in acciaio rispettivamente pari a 70, 70 e 90 $m^{1/3}/s$.

Le caditoie sono state predisposte con interassi massimi di 30 m.

Il dimensionamento è stato eseguito verificando che il grado di riempimento delle tubazioni e delle canalette non sia mai superiore a 2/3 dell'altezza utile dell'elemento.

I recapiti finali sono stati tutti classificati ed è stata verificata la loro capacità di ricevere le portate in arrivo.

All'interno della Relazione smaltimento idraulica di piattaforma (T00_ID00_IDR_RE03_C) è stata inserita una tabella che sintetizza lo studio predisposto.

E' stata predisposta la localizzazione delle vasche, anche adottando piazzole tecniche specializzate, e sono state rappresentate le modalità di accesso per manutenzione di tutte le vasche anche modificando il corpo stradale dove necessario.

8 SISMICA

L'Appennino Campano costituisce una delle zone a più alta sismicità del territorio italiano. Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 dell'INGV, la Campania è interessata da due zone-sorgente, una che ricalca l'asse della catena dell'Appennino meridionale (zona 927) e l'altra che si sviluppa trasversalmente a questa, sino alla fascia tirrenica (zona 928). La zona 927 include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che ha interessato l'Appennino meridionale. Diversamente, per la zona 928 si ritiene che il contributo alla definizione dell'accelerazione di progetto sia di entità trascurabile.

I comuni attraversati dal tracciato di progetto risultano appartenenti alle Zone 1 e 2 della classificazione sismica secondo la Deliberazione di Giunta Regionale n. 5447 del 07/11/2002. Tale informazione, di tipo qualitativo, è d'interesse per la pianificazione ed il controllo del territorio. Per quel che riguarda gli aspetti squisitamente progettuali, il riferimento principale è costituito dalle mappe di pericolosità sismica dell'INGV, redatte nell'ambito del progetto S1. Per i territori in esame, esse indicano accelerazioni orizzontali su suolo rigido a_g comprese tra 0.179g e 0.292g e valori medi della magnitudo M_w compresi tra 6 e 6.5, per periodi di ritorno di 950 anni.

Nell'ambito del progetto, le opere saranno verificate in condizioni sismiche nel rispetto della normativa vigente e con riferimento ai requisiti prestazionali previsti e alle condizioni locali riscontrate per mezzo delle indagini geognostiche eseguite.

9 ARCHEOLOGIA

Lo studio archeologico condotto ha avuto l'obiettivo di analizzare il potenziale archeologico del comprensorio territoriale oggetto del progetto di adeguamento in sede della S. S. 372 'Telesina' - Lotto 2 e di conseguenza il rischio archeologico in relazione all'opera. Ai sensi dell'art. 25 del D. Lgs 50/2016, che recepisce la normativa afferente agli artt. 95 e 96 del D. Lgs 163/2006, è risultata necessaria una specifica attività di archeologia preventiva volta alla comprensione del rischio archeologico nell'area che sarà interessata dai lavori, che sarà poi parte integrante degli elaborati trasmessi alla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le provincie di Caserta e Benevento (i comuni interessati sono Caianello, Vairano Patenora, Pietravairano, Baia e Latina, Alife, Dragoni, Alvignano, Gioia Sannitica, Ruviano, Faicchio, Puglianello, San Salvatore Telesino).

Come espressamente indicato nella Circolare 1/2016 del Ministero di competenza, lo studio è stato condotto ricostruendo il quadro storico-archeologico del comprensorio oggetto dell'intervento da progetto, attraverso la consultazione della bibliografia, dei dati d'archivio, della cartografia storica, integrati con l'analisi delle foto aeree e la ricognizione di superficie, condotta con il supporto dei necessari strumenti cartografici.

Sono state elaborate le Schede di ricognizione e segnalazione e le Schede delle presenze archeologiche e cartografia tematica: carta della visibilità e delle unità di ricognizione, la carta delle presenze archeologiche, la carta del rischio archeologico assoluto e la carta del rischio archeologico relativo.

L'analisi ha permesso di evidenziare in generale come il comprensorio della valle Telesina sia stato reputato idoneo alla presenza di insediamenti stabili da età antica e un potenziale archeologico notevole. Nello specifico, in età preromana, la presenza di genti sannite è attestata da fortificazioni e tracce insediative notevoli.

Per l'età romana, la presenza di città di rilievo, Telesia, Cubulteria, Alife, Teanum, e il sistema di insediamenti secondari, nonché le tracce di divisioni agrarie (centuriazioni) sono indicative di un quadro storico-archeologico ricco e articolato.

In riferimento al progetto in questione, l'integrazione dei dati recuperati nel corso della ricerca ha permesso di definire in maniera puntuale il grado di rischio archeologico rispetto all'opera.

Di fondamentale importanza sono state le ricerche condotte dalla prof.ssa Quilici Gigli e dalla sua équipe: la ricostruzione storico-topografica di buona parte del territorio interessato dall'opera è stata condotta anche attraverso la ricognizione di superficie oltre 20 anni fa, il che ha permesso di raccogliere dati oggi spesso non più intercettabili, se non attraverso labili tracce, sul campo.

Il rischio archeologico relativo in relazione all'opera è stato dunque valutato attraverso gradi diversi, dal basso al medio-alto.

Basso risulta il rischio archeologico nella prima parte del tracciato, alternato con puntuali perimetrazioni di aree con rischio medio e medio-alto.

È sostanzialmente a partire da loc. mass. Vacchereccia, in agro di Pietravairano, che il rischio archeologico è stato valutato medio-alto sulla base soprattutto dell'individuazione di aree di frammenti fittili pubblicate dalla Quilici Gigli e la sua équipe.

A rischio medio sono state valutate le aree interessate dalla ricostruzione della centuriazione antica relativa alle città romane di Telesia e Cubulteria.

Per la consultazione particolareggiata si rimanda agli elaborati cartografici.

10 PROGETTO STRADALE

Il presente progetto, relativamente agli aspetti stradali, è stato redatto sulla base dei seguenti riferimenti normativi:

- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada” ;
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada” ;
- DM 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” ;
- D.M. 22-04-2004, n. 67/S: “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n.6792” ;
- DM 05-06-01, G.U. n.217: “Sicurezza nelle Gallerie Stradali” ;
- DM 18-02-92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza” , così come aggiornato dal DM
- 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e
- L’impiego delle barriere stradali di sicurezza” .
- DM 28-06-2011 “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale” , pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011;
- DM 19-04-06 “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” , pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-06;

In merito all’intervento in oggetto, l’impostazione progettuale adottata è in linea con quella del PP approvato con delibera CIPE n.100/2006 e prevede il riutilizzo della strada esistente come sede di una delle due carreggiate della nuova strada configurando

l'intervento come “adeguamento di strada esistente” per il quale la norma cogente di riferimento è rappresentata dal DM 22/04/2004.

E' opportuno però sviluppare alcune considerazioni relative all'inquadramento normativo posto a base dello sviluppo progettuale.

L'atto di regolamentazione normativa per la costruzione delle strade, che trova le sue origini nell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285, è il D.M. 5 novembre 2001 n. 6792 con le allegate "Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade". Queste norme, inizialmente pensate, come recita l'art. 2 del citato D.M., sia per la costruzione di nuovi tronchi stradali sia per l'adeguamento di tronchi stradali esistenti, sono state limitate con il successivo D.M. 22 Aprile 2004 alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l'adeguamento di quelle esistenti, prevedendo l'emanazione di specifiche norme per quest'ultima tipologia di interventi.

A tal fine, con D.M. 634-CD del 30.6.2004 è stata nominata una apposita Commissione, in cui Anas aveva il proprio rappresentante, incaricata di redigere le “Norme per gli adeguamenti delle strade esistenti” . I lavori si sono protratti per circa due anni ed hanno visto l'attiva partecipazione sia di figure del mondo accademico (Università degli Studi di Firenze), sia di esponenti di organismi che le infrastrutture le progettano, le costruiscono e le gestiscono (Anas, Aiscat, ASPI).

L'allora Dipartimento per le Infrastrutture stradali, l'Edilizia e la Regolazione dei Lavori Pubblici - Direzione Generale per le Strade e Autostrade - ha trasmesso, con alcuni perfezionamenti ritenuti opportuni dal Dipartimento stesso, lo schema di normativa in oggetto, predisposta dalla Commissione, per esame e parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; tale parere, tuttavia, non è stato reso.

Tale documento è però pubblico, in quanto se ne trovano riferimenti sia sui portali informatici di varie università, sia su libri di testo (p.es. “Strade e Ferrovie” Mario Seretto, Il sole 24 ore 2006) sia perché è più volte richiamato nel quaderno tecnico AIPCR 2014 -Tema 3 “Sicurezza stradale” - a cura del Comitato tecnico 3.2 del Prof. Lorenzo Domenichini.

In merito a questa bozza il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha chiarito che in assenza della formale emanazione delle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", la relativa bozza del marzo 2006 può assumere unicamente valore di letteratura tecnica e pertanto, a legislazione vigente, i riferimenti normativi per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti rimangono il D.M. 05.11.01 e l'art. 4 del D.M. del 22.04.04.

Alla luce di quanto sopra, in luogo di un “mero riferimento” al DM 5/11/01 che, nella pratica, può essere inteso in maniera del tutto aleatoria, il fatto che negli interventi di adeguamento Anas si avvalga dei criteri contenuti nel citato documento appare del tutto lecito al fine di ottenere una omogeneità degli approcci progettuali su di un tema assai attuale quale quello dell'adeguamento e potenziamento delle infrastrutture esistenti. L'utilizzo del citato documento quale riferimento ai fini progettuali, appare quanto più appropriato alla luce del fatto che, ad oggi, continua a valere quale disciplina transitoria, quanto previsto dall'art.4 del DM 22/04/2004, secondo cui in assenza di specifica norma che disciplini gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, debba essere prodotta una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza dell'infrastruttura.

Stante l'assenza di regole utili, da un lato all'estensore della relazione per fornire la dimostrazione richiesta, dall'altro all'ente preposto all'approvazione del progetto per valutare l'adeguatezza di tale dimostrazione, la presa a riferimento dei criteri contenuti nello schema di normativa per l'adeguamento delle strade esistenti, appare un utile approccio anche al fine di consentire una più agevole valutazione della coerenza e bontà delle scelte progettuali adottate riducendo al contempo i margini di discrezionalità.

In merito alla possibilità di inquadrare i potenziamenti delle arterie in esercizio nel novero degli adeguamenti delle strade esistenti, argomento che spesso viene messo in discussione, nello schema di norma sono espressamente compresi nell'ambito di applicazione, gli interventi per il potenziamento funzionale della strada che riguardano gli interventi necessari per adeguare l'infrastruttura alle nuove caratteristiche attuali e attese della domanda di traffico. Rientrano tra questi interventi sia l'adeguamento delle caratteristiche della strada a quelle previste per una classe funzionale, come individuato dal D.M. 5/11/2001, superiore alla propria; sia l'incremento dell'offerta di capacità della strada.

E' chiaro però, come espressamente riportato nel quaderno AIPCR, che questa possibilità debba essere valutata in maniera adeguata in quanto occorre individuare una soglia superiore, oltre la quale, in sostanza, l'intervento di adeguamento non risulti più classificabile come tale, ma sia piuttosto riconducibile a nuovo intervento/nuova costruzione e debba quindi rispettare pienamente le norme allegare al D.M. 5 novembre 2001, fatto salvo ovviamente l'istituto della deroga previsto dal comma 2 dell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 s.m.i..

Il passaggio da una determinata categoria di strada (come definita dall'art. 2 del Codice della Strada) ad una categoria superiore presenta infatti delle peculiarità date dalle significative differenze che possono esistere tra le due categorie di strada (ad esempio

nel passaggio dalla categoria C alla categoria B, oggetto del presente intervento), non rendendo possibile, nella maggior parte dei casi, inquadrarli nella schematica suddivisione sopra esposta, restando indispensabile, per definirli come "interventi di adeguamento" piuttosto che "nuovi interventi", una valutazione dell'impatto di ordine complessivo, non solo rispetto al singolo tronco stradale, ma anche rispetto all'intero itinerario ed alla rete di appartenenza.

In altre parole occorre una analisi preventiva delle caratteristiche tecnico - funzionali della strada esistente tali da giustificare il mantenimento, se possibile, delle opere d'arte esistenti (anche parziale o previo interventi manutentivi) in modo che tali vincoli al tracciato siano tali da poter realizzare una geometria stradale comunque adeguata al nuovo rango della strada; si tenga poi in debito conto che la necessità del mantenimento in esercizio della strada esistente rappresenta una ulteriore esigenza tale da vincolare il progetto di adeguamento dal punto di vista altimetrico, soprattutto in relazione alla necessaria sostanziale complanarità tra nuova e vecchia sede.

Tutte queste considerazioni, che scaturiscono da una visione che tende all'ottimizzazione delle risorse finanziarie, in linea anche con quanto previsto dalla delibera CIPE n.45/2015 secondo cui il progetto definitivo avrebbe dovuto essere sviluppato "valutando soluzioni progettuali essenziali ai fini del contenimento dei costi" , e dalle imprescindibili esigenze di salvaguardare la mobilità del territorio in fase di costruzione, sarebbero difficilmente perseguibili nell'ottica dell'applicazione della normativa per le nuove costruzioni.

Il caso del progetto in esame, come verrà ampiamente dettagliato nel seguito, rappresenta un caso in cui il rispetto dei vincoli sopra richiamati consente la realizzazione di una strada di rango maggiore i cui scostamenti dai criteri progettuali per le nuove realizzazioni sono assolutamente residuali.

Il riferimento allo schema di normativa è stato quindi lecitamente preso come riferi-
mento tecnico, a valenza di linee guida, convinti del fatto che le esperienze maturate da
Anas nell'ambito dei lavori della Commissione, non dovessero essere disperse, bensì
fruttuosamente applicate al fine di ottenere una migliore qualità progettuale.

In considerazione degli elementi di cui sopra, l'asse principale è stato progettato se-
condo gli standard di una strada extraurbana secondaria tipo B del DM 05/11/2001 cui
è associato l'intervallo di velocità di progetto $70 \div 120$ km/h.

Per quanto concerne le intersezioni è opportuno sviluppare alcune considerazioni in
merito all'applicazione del DM 19/04/06 su strade tipo B.

Il decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 19 aprile 2006 (pubblicato
sulla G.U. n. 170 del 24 Luglio 2006) riguardante le “Norme funzionali e geometriche
per la costruzione delle intersezioni stradali” ha affiancato di fatto il DM 5 novembre
2001 n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” , co-
stituendo quindi un ulteriore passo verso la formazione di un corpo normativo cogente
nell'ambito dell'ingegneria stradale.

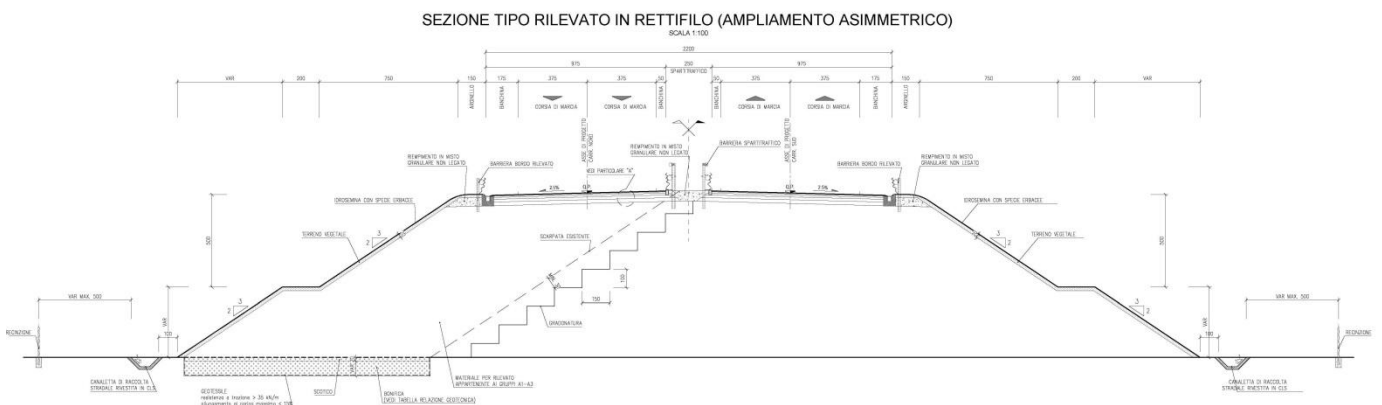
Il campo di applicazione (cfr. art. 2 della norma citata) è limitato alle nuove intersezioni,
intendendo come tali però sia le intersezioni su nuove strade in progetto che nuove
intersezioni su strade esistenti. Restano esclusi dall'applicazione del nuovo impianto
normativo i soli progetti definitivi (ovvero i progetti preliminari legge n. 443 del 21 dicem-
bre 2001) redatti in data antecedente alla data della sua entrata in vigore (23 agosto
2006). Stante quanto suddetto le intersezioni presenti nel progetto non ricadono quindi
nel campo di applicazione delle nuove normative, sia perché il progetto preliminare di
Legge Obiettivo è stato redatto antecedentemente all'entrata in vigore della citata
norma, sia perché trattasi di adeguamenti di intersezioni esistenti.

Si è tuttavia cercato di rispettare i criteri della nuova normativa compatibilmente con il massimo riutilizzo del sedime degli svincoli esistenti, nell'ottica di tendere quanto più possibile alle indicazioni progettuali del D.M. 19-04-2006 come previsto all'art.5 della citata norma.

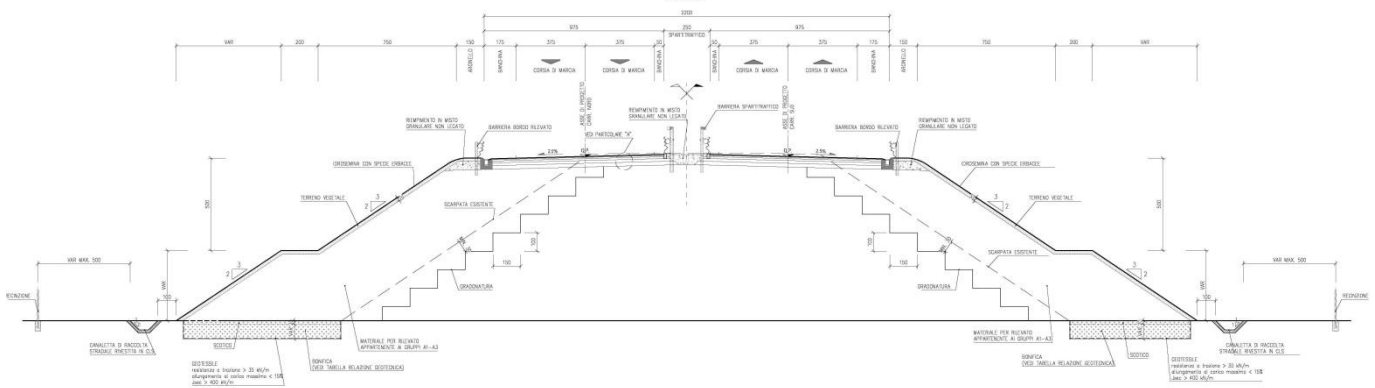
10.1 SEZIONI TIPO

La sezione tipo adottata per l'asse principale è riferibile alla Categoria tipo "B", relativa alle strade extraurbane principali del DM 05/11/2001, la quale prevede una piattaforma pavimentata di larghezza minima (a meno degli allargamenti per visibilità) pari a 22,00 m, sia in rilevato che in trincea; la sezione è costituita dai seguenti elementi:

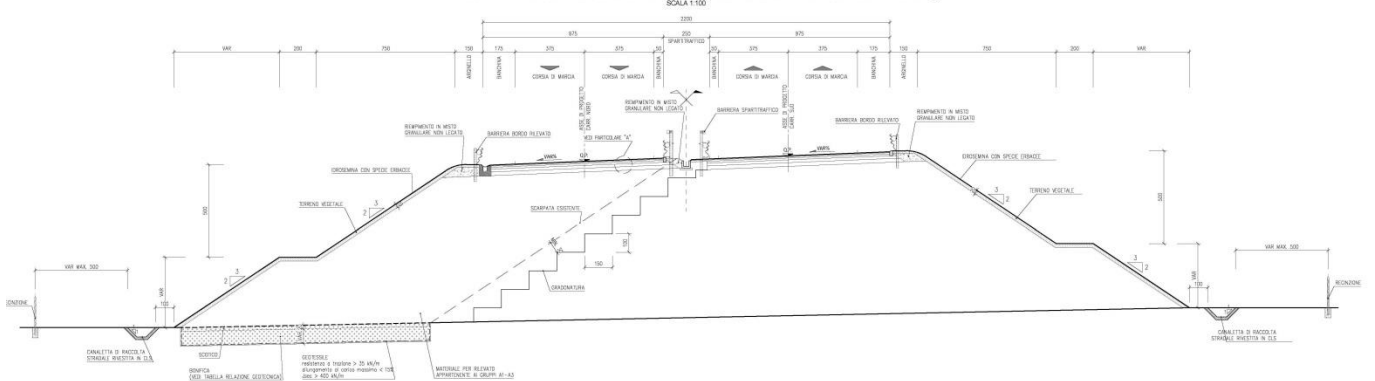
- spartitraffico di larghezza minima 2,50 m, quasi sempre aumentato a 3.50 m per agevolare le lavorazioni di raddoppio senza interferire con il traffico in esercizio sulla carreggiata esistente;
- banchine in sinistra 0,50 m ciascuna;
- n.4 corsie (2 per senso di marcia) da 3,75 m ciascuna;
- banchine esterne di 1,75 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m.



SEZIONE TIPO RILEVATO IN RETTIFILO (AMPLIAMENTO SIMMETRICO)
 SCALA 1:100



SEZIONE TIPO RILEVATO IN CURVA (AMPLIAMENTO ASIMMETRICO)
 SCALA 1:100

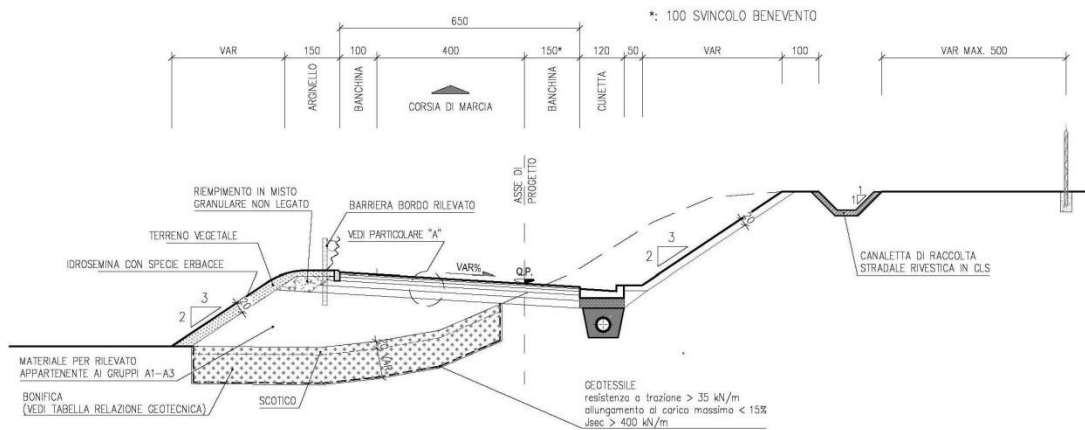


Le rampe monodirezionali presentano una piattaforma pavimentata di larghezza minima (a meno degli allargamenti per visibilità) pari a 6,50 m, la cui sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in sinistra da 1,00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1,50 m (rastremata a 1,00 m per rampe che si sovrappongono all'esistente);
- in rilevato l'arginello ha una larghezza totale pari a 1,50 m.

SEZIONE RAMPA MONODIREZIONALE SVINCOLO

SCALA 1:100



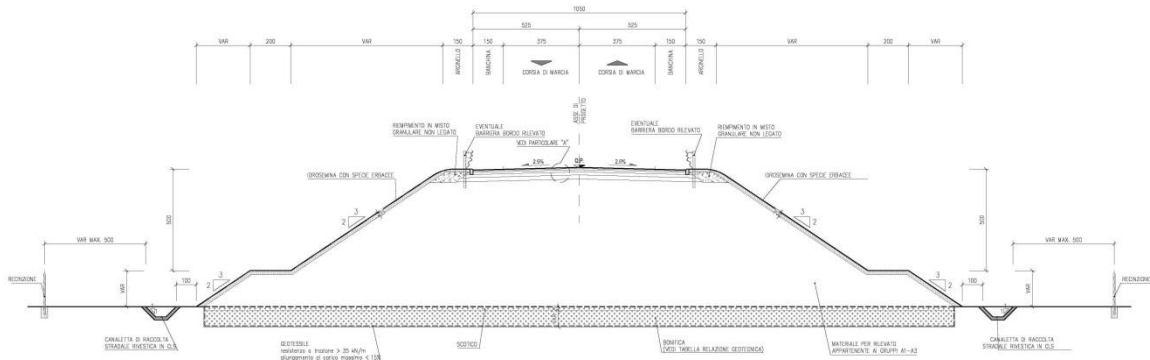
Le rampe bidirezionali presentano una piattaforma pavimentata di 11,00 m, la cui sezione è

costituita dai seguenti elementi:

- banchina in sinistra da 1,50 m;
- corsie da 4,00 m;
- banchina in destra 1,50 m;
- in rilevato l'arginello ha una larghezza totale pari a 1,50 m.

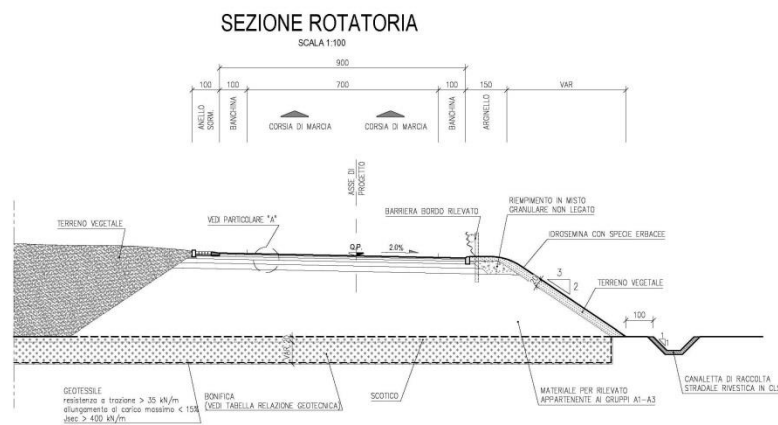
SEZIONE RAMPA BIDIREZIONALE SVINCOLO

SCALA 1:100



Sono presenti n.13 rotatorie di progetto, in corrispondenza delle intersezioni a livelli sfalsati, che prevedono un diametro esterno classificabile come rotatorie di tipo “convenzionale” secondo il DM 19/04/2006; esse sono costituite dai seguenti elementi:

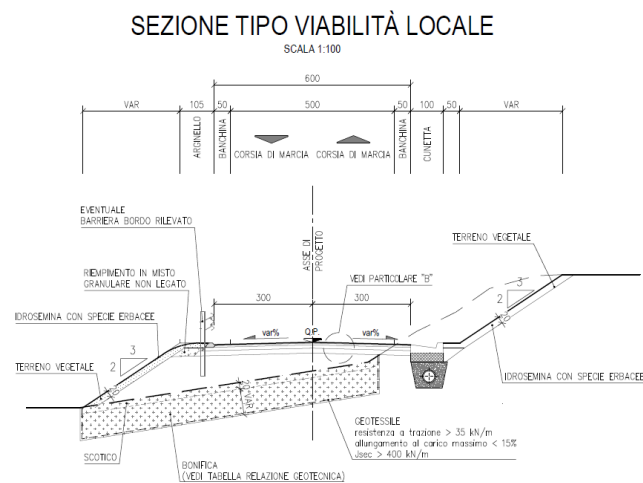
- banchine interna ed esterna da 1,00 m;
- corsia circolante di 7,00 m;
- in rilevato, arginello di larghezza 1,50 m.



Per quanto riguarda la progettazione delle viabilità secondarie, considerando che si tratta di strade esistenti, essendo già esclusa tale tipologia di intervento dal rispetto delle indicazioni contenute nel DM 5.11.2001, secondo quanto previsto all'art. 4 della suddetta norma, la progettazione sarà improntata alla risoluzione dell'interferenza senza determinare pericolose ed inopportune

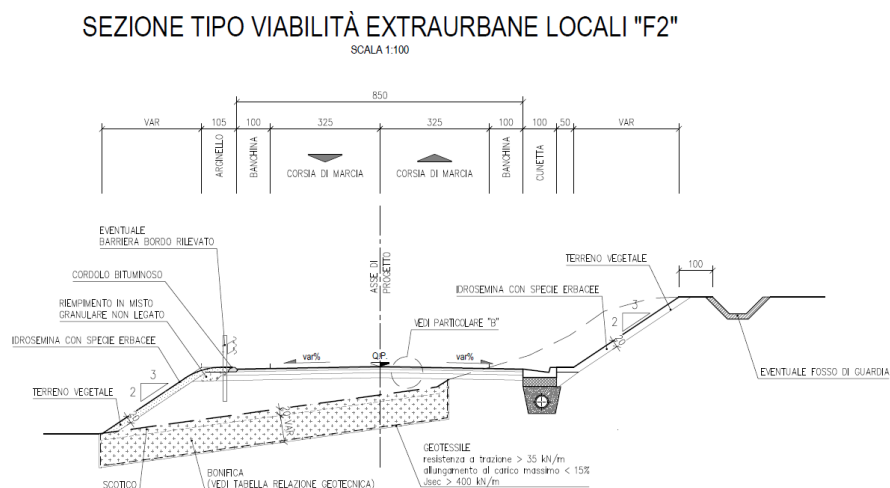
discontinuità e realizzando una sezione tipo che mantenga quanto più possibile il calibro della sezione esistente, adottando comunque dimensioni non inferiori. Nell'ambito delle viabilità interferita sono state incluse anche le strade a destinazione particolare, per le quali le caratteristiche compositive fornite dalla tabella 3.4.a del D.M 5.11.2001 e caratterizzate dal parametro “velocità di progetto” non sono applicabili. Si tratta, in ambito extraurbano, di strade agricole, forestali, consortili e simili, nelle quali le dimensioni della piattaforma vanno riferite in particolare all'ingombro dei veicoli di cui è previsto il

transito. In virtù delle suddette considerazioni si è operata una distinzione tra strade aventi funzione di accesso a fondi o abitazioni e strade aventi funzione di penetrazione verso la rete locale. Per il primo caso, considerando il calibro delle sezioni esistenti, si adotterà una sezione tipo avente larghezza pavimentata pari a 5 m.



Per la sezione tipo F2, che presentano le seguenti caratteristiche:

- piattaforma stradale di larghezza 8,50 m;
- banchina in destra e sinistra da 1,00 m;
- n. 2 corsie di marcia da 3,25 m ciascuna;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,05 m.



10.2 ASSE PRINCIPALE

La geometrizzazione dell'asse principale è stata effettuata con riferimento ai criteri del DM 5/11/01, utilizzando una successione di rettifili e cerchi, raccordati da curve di transizione (clotoidi) opportunamente dimensionate. Trattandosi di una strada extraurbana principale l'intervallo di velocità di progetto risulta essere 70-120 km/h; l'intervento di progetto ha origine dallo svincolo esistente di Caianello alla prg. 0+000; esso si sviluppa lato est ricalcando il più possibile il sedime della statale esistente S.S.372 Telesina, fino a raggiungere lo svincolo di San Salvatore Telesino in corrispondenza della prg. 37+000 circa.

Il profilo longitudinale dell'asse principale è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, nel pieno rispetto dei criteri di normativa.

Date le modeste pendenze dell'infrastruttura esistente da adeguare, non sussistono criticità ed i valori dei raccordi altimetrici sono sempre superiori ai minimi di normativa.

L'intervento sostanzialmente ricalca il sedime esistente.

Per i viadotti esistenti è stato previsto la demolizione e ricostruzione.

I tracciamenti hanno comunque dovuto rispettare la piattaforma esistente per poter utilizzare i rilevati o gli scavi di approccio alle opere e, soprattutto, per gestire le fasi realizzative e di traffico.

Da un punto di vista geometrico si sono utilizzati elementi rispondenti alla normativa cogente DM 05/11/2001 per una strada di categoria B.

10.3 SVINCOLI

L'intervento di progetto prevede l'adeguamento di n. 8 intersezioni a livelli sfalsati (di cui 1 composto dall'adeguamento di due svincoli in sede esistente) con le principali viabilità interferite mentre la continuità della rete locale esistente verrà garantita in fronte la realizzazione di cavalcavia o sottopassi. Gli svincoli di cui è previsto l'adeguamento sono riportati di seguito:

- ✓ Adeguamento Svincolo di Teano (Semisvincolo);
- ✓ Adeguamento Svincolo di Vairano (Semisvincolo);
- ✓ Svincolo di Pietravairano;
- ✓ Svincolo di Pietramelara;
- ✓ Svincolo di Alife-Dragoni;
- ✓ Svincolo di Alvignano;
- ✓ Svincolo di Gioia Sannitica;
- ✓ Svincolo di Faicchio;
- ✓ Svincolo di Fondovalle Isclero.

Va sottolineato che, rispetto a quanto scritto nel punto N. 1 delle *Prescrizioni di carattere paesaggistico-architettonico e archeologico* della Delibera CIPE 100/2006, in merito all'eliminazione degli Svincoli di Vairano, Baia e Latina, Faicchio, Vitulano, lo svincolo di Faicchio è stato realizzato successivamente alla Delibera in oggetto e al di fuori della procedura di approvazione del presente progetto di raddoppio. Il nuovo Svincolo di Vairano è stato eliminato ed è stato previsto il solo adeguamento dell'esistente svincolo, senza occupazione di nuove aree, che dialoga, e si completa, con il Semisvincolo di Teano.

10.4 VIABILITA' SECONDARIE

Per la realizzazione della nuova infrastruttura si è reso necessario prevedere la realizzazione di viabilità secondarie nate sia dalla necessità di deviare delle viabilità esistenti che dalla necessità di riconnettere porzioni di territorio rese inaccessibili dal nuovo asse viario.

Le viabilità secondarie esistenti sono sia Provinciali, sia Comunali che di tipo vicinali "bianche" ossia non asfaltate.

Sono state previste quindi diverse tipologie di sezioni per la loro realizzazione in funzione dell'utilizzo delle stesse.

In generale è stato utilizzato il seguente criterio:

- Per le Viabilità poderali è stata utilizzata una sezione tipologica con pavimentato da 6.00 m
- Per le Viabilità caratterizzate da maggiori flussi di traffico è stata invece utilizzata una sezione di tipo F con pavimentato da 8.50 m di tipo F2.
- Per le Viabilità Provinciali è stata utilizzata una sezione di tipo C con pavimentato da 10,50 m.
- Per le Strade non asfaltate è stata utilizzata la sezione tipo relativa alle viabilità poderali con pavimentato da 5.00 m.

10.5 PAVIMENTAZIONE STRADALE

Si prevedono le seguenti pavimentazioni per la realizzazione delle opere previste in progetto:

- una pavimentazione di tipo semirigido per l'asse principale (strada di tipo B);
- una pavimentazione di tipo flessibile per le viabilità secondarie (strade di tipo F1).

Le pavimentazioni previste nel PD sono state verificate valutando le prestazioni che la sovrastruttura potrà offrire nel tempo quando soggetta alle condizioni di traffico previste in progetto e nelle condizioni climatiche della zona di sedime dell'opera utilizzando la procedura di analisi basata sull'impiego di metodi di tipo "empirico-razionale" prodotta dall'NCHRP per l'AASHTO Statunitense (metodo M-E PDG). La versione del codice di calcolo adottata è la 1.1 del 31 agosto 2009.

Il metodo M-E PDG consente di passare dalla tradizionale valutazione del comportamento nel tempo della pavimentazione per mezzo di correlazioni empiriche ed indici sintetici di stato ad una valutazione del progredire nel tempo delle diverse tipologie di ammaloramento (fessurazione, deformazione permanente dei diversi strati costituenti la pavimentazione, irregolarità longitudinale) determinando poi il danno complessivo per fatica che ci si può attendere nella struttura nel corso di tutto il periodo di analisi.

Tra i principali elementi di innovazione del metodo di calcolo adottato si registrano:

- la possibilità di caratterizzare i diversi strati costituenti la pavimentazione in funzione delle reali caratteristiche compositive delle miscele;
- la possibilità di tener conto delle specifiche condizioni ambientali in cui la pavimentazione andrà ad operare (con particolare riguardo all'andamento delle temperature, delle condizioni di pioggia e di irraggiamento nel tempo);

- la possibilità di analizzare separatamente l'andamento nel tempo dei diversi tipi di degrado e di comprendere quindi ove si concentrano eventuali deficienze strutturali, potendo di conseguenza pianificare in modo ottimizzato gli interventi di manutenzione che possono essere quindi focalizzati alla risoluzione dello specifico problema rilevato (cosa non possibile quando si ragiona solo in termini di danno per fatica o di indicatori sintetici di stato);
- la possibilità di schematizzare una qualunque mix di traffico, sia essa costituita da un asse standard equivalente (di qualunque peso) o da una complessa mix di veicoli pesanti, e di tener conto degli effetti di crescita del traffico nel tempo. Il modello, nel calcolare il numero di ripetizioni che transita effettivamente in un dato punto della pavimentazione, tiene inoltre conto del naturale effetto di dispersione delle traiettorie all'interno della corsia di marcia lenta;
- la possibilità di progettare tenendo conto di diversi livelli di affidabilità per tipologia di strada.

In questa fase di progetto si è fatto riferimento, per la definizione dei dati di input, al livello III previsto dal metodo di calcolo (dati di input prevalentemente tratti da letteratura o di default). I dati di input necessari per il Livello III sono riportati in Tabella seguente.

Sintesi dei dati di input necessari per l'impiego del metodo M-E PDG al livello III

PARAMETRO	SIGNIFICATO
<i>Dati caratterizzanti i materiali con presenza di bitume nel legante</i>	
$\rho_{3/4}$	Trattenuto cumulativo al setaccio ASTM 3/4 (corrispondente ad un diametro nominale di 19.1 mm)

PARAMETRO	SIGNIFICATO
$\rho_{3/8}$	Trattenuto cumulativo al setaccio ASTM 3/8 (corrispondente ad un diametro nominale di 9.52 mm)
ρ_4	Trattenuto cumulativo al setaccio ASTM 4 (corrispondente ad un diametro nominale di 4.76 mm)
ρ_{200}	passante al setaccio ASTM 200 (corrispondente ad un diametro nominale di 0.074 mm)
Va	Volume dei vuoti residui (%)
Vb	Volume effettivo di bitume (%)
A, VTS	parametri caratterizzanti il comportamento del legante
H	spessore dello strato (cm)
<i>Dati caratterizzanti i misti cementati tradizionali</i>	
H	spessore dello strato (cm)
Ein	modulo elastico dello strato integro (MPa)
Ef	modulo elastico dello strato fessurato (MPa)
F	Resistenza a trazione per flessione (MPa)
<i>Dati caratterizzanti le fondazioni in misto granulare non legato</i>	
MAT	Tipo di materiale (secondo classificazione AASHTO/CNR-UNI 10006 o in base al tipo di materiale – di frantumazione, naturale alluvionale, da riciclaggio di conglomerato bituminoso etc)
H	spessore dello strato (cm)
E	modulo elastico dello strato (MPa)

PARAMETRO	SIGNIFICATO
<i>Dati caratterizzanti il sottofondo (per ciascuno strato caratterizzante il sottofondo)</i>	
MAT	Tipo di materiale (secondo classificazione AASHTO/CNR-UNI 10006 o secondo la classificazione Unified Soil Classification)
H	spessore dello strato, se non si tratta dell'ultimo (cm)
<i>Dati caratterizzanti il traffico</i>	
TGM	Traffico Giornaliero Medio di mezzi pesanti per carreggiata
CMIX	composizione della mix (% per ogni tipo di mezzo)
-	Descrizione dei mezzi che compongono la mix (percentuale di assi di un dato tipo e con un dato carico per asse)
CC	percentuale di mezzi transitanti sulla corsia più caricata
<i>Dati caratterizzanti le condizioni climatiche (per ogni ora e giorno dell'anno)</i>	
Ta	Temperatura dell'aria
V	Velocità del vento
P	Pioggia
S	% sole
U	umidità %
PF	profondità della falda dalla quota pavimentazione (in m)

Nel caso di impiego di leganti non convenzionali (come, ad esempio, i bitumi modificati) i parametri A e VTS dovranno essere determinati a partire dalle prove di caratterizzazione meccanica delle miscele con particolare riguardo al valore assunto dal modulo elastico della miscela alle diverse temperature.

Nello studio finale delle miscele in fase costruttiva dovranno essere comunque eseguite le prove di laboratorio di Livello I (prove reologiche per la determinazione del modulo dinamico E^* a diverse temperature e con diverse condizioni di carico) al fine di consentire la caratterizzazione di dettaglio delle specifiche miscele adottate.

Le pavimentazioni previste nel PD per le viabilità appartenenti al Lotto 1 della S.S. 372 "Telesina" (Asse Principale e Viabilità Secondarie) sono state analizzate con metodi di calcolo di tipo empirico-razionale per valutare il comportamento atteso nel tempo.

Dal punto di vista della resistenza strutturale è stata confermata l'idoneità delle soluzioni proposte a sopportare i carichi di progetto.

Dal punto di vista deformativo, però, le pavimentazioni di PD del solo Asse principale mostrano potenziali criticità. Questo tipo di problematiche non sono rilevabili con metodi semplificati come quelli usati in PD.

Per ovviare a questo problema, in PDAI per l'asse principale, è stata prevista la sostituzione del misto cementato tradizionale con misto cementato ad alta duttilità realizzato con emulsione bituminosa modificata. Questa soluzione porta ad avere deformazioni che, mediamente, raggiungeranno la soglia di accettazione dopo 20 anni e che, con un'affidabilità del 90%, non dovrebbero richiedere una riqualifica dello strato di usura prima di 9-10 anni, termine compatibile con la tipica vita utile di un manto drenante.

Grazie alla presenza di una sottobase in MCAD_E, la proposta di PDAI garantisce inoltre:

- compatibilità ambientale, con limitazione dell'approvvigionamento delle risorse vergini, valorizzando al meglio, mediante tecniche di riuso a freddo, i prodotti di riciclo, quali il fresato proveniente dalla demolizione di altre sovrastrutture;

- compromesso tra la rigidità del misto cementato (previsto nel PD) e la flessibilità di un conglomerato bituminoso;
- soluzione tecnica in fase costruttiva per la realizzazione della pavimentazione, con maggiore sicurezza per gli operai e risparmio energetico, nel rispetto dell'ambiente.

Lungo le opere d'arte dell'Asse Principale è prevista la stesa dei soli manti di usura e di binder dei medesimi materiali previsti su sede naturale.

In merito alle rampe di svincolo, tenuto conto dei minori flussi di traffico, è stata confermata la pavimentazione del PD Anas che prevedeva lo strato di misto cementato.

La pavimentazione prevista per le Viabilità Secondarie è correttamente dimensionata per resistere alle sollecitazioni del traffico di progetto nelle condizioni climatiche nella zona in esame.

Nella tabella seguente sono riepilogate le diverse soluzioni previste in PDAI.

**Tabella riassuntiva delle diverse tipologie di pavimentazione previste nel PDAI
 per il Lotto 2 della S.S. 372 "Telesina"**

Strato	Spessore (cm)			
	Asse Principale su sede naturale (trincea e rilevato)	Rampe svincoli su sede naturale (trincea e rilevato)	Asse Principale e Rampe svincolo su opera d'arte (viadotto)	Viabilità Secondarie
Usura in Conglomerato Bituminoso (CB) drenante	5	5	5	-
Usura in CB tradizionale	-	-	-	3
Binder in CB tradizionale	-	-	-	5
Binder in CB modificato SOFT	7	7	5	-
Base in CB tradizionale	-	-	-	10
Base in CB modificato SOFT	10	10	-	-
Sottobase in Misto Cementato ad Alta Duttilità confezionato con Emulsione bituminosa modificata (MCAD_E)	15	-	-	-
Sottobase in Misto Cementato	-	15	-	-
Fondazione in Misto Granulare Non Legato (MGNL)	20	20	-	15
Strato impermeabilizzante	-	-	SI	-
TOTALE	57	57	10	33

10.6 BARRIERE DI SICUREZZA

Nel progetto vengono fornite le indicazioni per l'installazione delle barriere di sicurezza lungo i bordi laterali, sulle opere d'arte e nei punti del tracciato che necessitano di una specifica protezione per la presenza di ostacoli potenzialmente esposti all'urto da parte di veicoli in svio.

Nella successiva fase sarà sviluppato il progetto delle barriere di sicurezza che sarà redatto conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223, così come modificato dal D.M. 3.6.1998, dal D.M. 21.6.2004 e dal D.M. 28.6.2011, attendendosi inoltre alle indicazioni contenute nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.7.2010 n. 62032 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".

Nei casi in cui la classe delle barriere di sicurezza da installare rientri nelle tipologie disponibili tra le barriere "tipo ANAS" (attualmente consistenti in barriere bordo laterale di classe H2 e H3 e barriere bordo ponte di classe H2, H3 e H4), ne è stato previsto l'impiego.

L'adozione delle barriere "Tipo ANAS" è stata prevista solo nei tratti di competenza ANAS. Nel caso di interventi riguardanti strade di altri gestori sono state previste barriere di tipo commerciale.

11 OPERE MAGGIORI: VIADOTTI

I viadotti di nuova realizzazione prevedono impalcati di tipo misto acciaio-calcestruzzo. Le tipologie si differenziano per altezza e numero di travi strettamente necessarie per il rispetto dei vincoli di tipo stradale (franco stradale minimo 5 m) e idraulici (franco idraulico minimo 1.50 m per la piena con periodo di ritorno 200 anni). Un ulteriore criterio di progetto è la scelta della tipologia dei trasversi che sono di tipo a sezione a parete piena (profilo ad "I") per implacati di luce minore, mentre per luci maggiori si adottano diagonali con profili ad "L" accoppiati. Per tutte le tipologie si adottano controventi a "L" di piano inferiori e superiori a collegamento delle flange delle travi.

Fanno eccezione le opere VI09, VI10, VI17 e VI19 caratterizzate da un impalcato a solettone con travi in acciaio incorporate nel getto di calcestruzzo. La scelta è necessaria per il rispetto dei franchi stradali, ferroviari e idraulici.

Infine, per il ponte VI07 si adotta una soluzione a telaio in calcestruzzo armato con piedritti e fondazioni su pali.

Le opere esistenti verranno demolite integralmente per le parti in elevazione e sostituite con opere di luce solitamente maggiore in modo da minimizzare le interferenze con le fondazioni esistenti oltre che garantire il miglioramento della sicurezza stradale con distanze tra barriere stradali e ostacoli fissi (paramento spalle e pile) nel rispetto delle prescrizioni della normativa vigente e oltre al rispetto delle prescrizioni di natura idraulica previste dalle NTC2018.

Le spalle verranno inserite nel corpo stradale in rilevato di accesso delle opere in modo da minimizzare il loro impatto visivo. La realizzazione di muri di risvolto sarà quindi di adeguata estensione longitudinale verso il corpo stradale in modo da prevederne la loro

copertura parziale con i coni di rilevato preservando contemporaneamente la funziona-
 lità della strada sottostante o dell'opera idraulica in attraversamento.

Le pile in sostituzione di quelle esistenti, generalmente realizzate a telaio con fusti cir-
 colari collegati da pulvino in sommità, saranno di tipo a setto per le opere di luce minore
 (VI01-VI03-VI11) e di tipo a fusto circolare unico per le opere di luce maggiore.

Il raddoppio delle carreggiate in adiacenza all'asse stradale esistente richiede l'impiego
 di opere provvisorie per la realizzazione degli scavi dei rilevati, in adiacenza alle spalle
 esistenti, e del terreno di fondazione delle pile. Le opere provvisorie sono progettate,
 ove possibile, con l'impiego di soluzioni rimovibili (palancole).

Nella seguente tabella sono elencati i viadotti con le tipologie adottate.

Viadotto VI01 - S.P. N. 328
Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (15-25-15 m). trasversi con profili ad "I", pile a setto.
Viadotto VI02 - F.S. RM-CE
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 25 m, tra- sversi con profili ad "I".
Viadotto VI03 - S.S. N. 86
Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (15-25-15 m). trasversi con profili ad "I", pile a setto.
Ponte VI04 - S.P. N. 10 Pietravairano
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 25 m, tra- sversi con profili ad "I".
Ponte VI05 - Svincolo Pietravairano

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 18 m, tra- sversi con profili ad "I".
Viadotto VI06 - San Felice (Rio delle Starze)
Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 5 luci (45-60-45-45- 45 m) trasversi diagonali con profili ad "L" accoppiati, pile a fusto circolare.
Ponte VI07 - Canale di bonifica esistente
Impalcato a telaio in calcestruzzo armato con piedritti fondati su pali, luce 8 m.
Ponte VI08 - Svincolo Pietramelara
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 22 m, tra- sversi con profili ad "I".
Ponte VI09 - Via Parco
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo a travi incorpo- rate, luce 22 m.
Ponte VI10 - F.S. CE-PIEDIMONTE MATESE
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo a travi incorpo- rate, luce 20 m.
Ponte VI11 - Svincolo Alife-Dragoni
Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (20-30-20 m). trasversi con profili ad "I", pile a setto.
Ponte VI12 - Rio Tella
Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (30-50-30 m) trasversi diagonali con profili ad "L" accoppiati, pile a fusto circolare.
Viadotto VI13 - Volturno e SP 69-1

Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (55-55-55-65-65-100-72-72-72-72-65-65-65-60-55-40-30 m) trasversi diagonali con profili ad "L" accoppiati, pile a fusto circolare.

Viadotto VI14 - SP 69-3

Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (30-42-30 m), trasversi con profili ad "I", pile a fusto circolare.

Viadotto VI15 - Vallone Possente

Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (50-50-50 m) trasversi diagonali con profili ad "L" accoppiati, pile a fusto circolare.

Viadotto VI16 - Titerno

Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 7 luci (45-57.5-57.5-70-57.5-57.5-45 m) trasversi diagonali con profili ad "L" accoppiati, pile a fusto circolare.

Viadotto VI17 - S.C. Puglianello

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo a travi incorporate, luce 22 m.

Ponte VI18 - SP 69-2

Impalcato continuo, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, 3 luci (30-42-30 m), trasversi con profili ad "I", pile a fusto circolare.

Ponte VI19 - Vallone

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo a travi incorporate, luce 16.5 m.

Ponte VI20 - Vallone Rava

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 30 m, trasversi diagonali con profili ad "L" accoppiati.

Ponte VI21 - Ponte Murato
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 40 m, tra- sversi diagonali con profili ad "L" accoppiati.
Ponte VI22 - Fosso S. Pietro
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 30 m, tra- sversi diagonali con profili ad "L" accoppiati.
Ponte VI23 - Fosso castelluccio
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 50 m, tra- sversi diagonali con profili ad "L" accoppiati.
Ponte VI24 - Fosso Marafi
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 40 m, tra- sversi diagonali con profili ad "L" accoppiati.
Ponte VI25 - Viabilità secondaria VS24 - Vallone Rava
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 25 m, tra- sversi con profili ad "I".

12 OPERE DI SCAVALCO: CAVALCAVIA

I cavalcavia sono progettati con impalcati di tipo misto acciaio-calcestruzzo uniformi per tipologia strutturale con altezze e numero di travi correlate alla luce delle opere e alla larghezza della strada di superamento dell'asse viario principale. Tutti i cavalcavia sono previsti in campata unica appoggiata. Le travi in acciaio sono di tipo modulare, della stessa tipologia, adattabili alle diverse esigenze strutturali.

Fa eccezione il cavalcavia CV21 che per la particolare obliquità e per il rispetto di vincoli di tracciato stradale è di tipo a via inferiore con due travi principali e soletta in calcestruzzo e travi in acciaio incorporate.

Le spalle sono inserite nel corpo stradale in rilevato di accesso delle opere in modo da minimizzare il loro impatto visivo. La realizzazione di muri di risvolto sarà quindi di adeguata estensione longitudinale verso il corpo stradale in modo da prevederne la loro copertura parziale con i coni di rilevato preservando contemporaneamente la funzionalità della strada sottostante e garantendo la continuità dello smaltimento delle acque di piattaforma.

Nella seguente tabella sono elencati i cavalcavia con le tipologie adottate.

Cavalcavia CV01
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV02
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 38 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV03
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV04
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV05
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV06

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV07

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV08

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV09

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV10

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV11

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV12

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 32 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV13

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV14

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV15
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 45 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV16
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 45 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV17
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV18
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 45 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV19
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV20
Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi con profili ad "I".
Cavalcavia CV21
Impalcato appoggiato a via inferiore, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 73 m.
Cavalcavia CV22

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 35 m, trasversi
con profili ad "I".

Cavalcavia CV23

Impalcato appoggiato, tipologia misto acciaio-calcestruzzo, luce 40 m, trasversi
con profili ad "I".

13 OPERE SCATOLARI

13.1 OPERE DA DISMETTERE

Nell'area oggetto di intervento sono presenti molteplici opere che a seguito dello studio di sistemazione idraulica di versante e del nuovo sistema di ricuciture degli itinerari dovranno essere dismesse e non più mantenute in esercizio. In virtù della sistemazione del nuovo corpo stradale in corrispondenza di queste opere sono previste le seguenti lavorazioni:

- Riempimento parziale dell'opera con terreno proveniente dagli scavi;
- Riempimento con malta cementizia additivata tramite pompaggio a completamento della parte di vuoto restante;
- Realizzazione di setti di chiusura in corrispondenza degli imbocchi;
- Eventuale demolizione di parti d'opera interferenti con la nuova infrastruttura.

13.2 OPERE SCATOLARI

Lo scopo di questi attraversamenti è quello di mantenere inalterato il sistema di interconnessione tra i vari fondi agricoli, composto da un reticolo di strade campestri e interpoderali.

Nell'area oggetto di intervento sono presenti varie interferenze del tipo stradale, e sono presenti molteplici opere che permettono l'attraversamento della infrastruttura principale consentendo l'accesso ai vari fondi. A seguito di un attento studio, è stata garantita la continuità delle viabilità "principali" e ove non è stato possibile è stato studiato un sistema di ricuciture degli itinerari riconnettendo così l'intero territorio.

In presenza di viabilità alternative è stata vengono realizzate delle nuove opere scatolari per fasi. Nella prima fase, una volta eseguita un'opera provvisoria a sostegno degli scavi per il mantenimento del traffico regolare sulla strada esistente viene realizzata la parte d'opera al di sopra della quale viene posizionata la nuova carreggiata di progetto. Una volta completate le lavorazioni del tratto in allargamento, dopo aver trasferito il traffico nella nuova parziale infrastruttura si completerà la parte restante dell'opera.

In corrispondenza degli imbocchi le opere sono opportunamente sagomate con dei muri andatori.

Le coperture degli attraversamenti sono variabili ma consentono sempre la stesa dell'intero pacchetto stradale. Nel caso in cui il ricoprimento sia ridotto, si prevede la realizzazione di un cuneo in misto cementato all'interfaccia tra rilevato ed il manufatto eliminando la possibilità di salti causati dalla differenza di cedimenti.

13.3 OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

Lo scopo di questi attraversamenti è quello di preservare la continuità idraulica dei vari bacini afferenti.

Le opere scatolari di nuova realizzazione sono state posizionate in sostituzione delle precedenti opere idrauliche che non rispondevano più alle nuove esigenze di calcolo e sono state inserite incongruenza al nuovo contesto di adeguamento dell'infrastruttura.

Le opere di nuova realizzazione vengono realizzate per fasi. Nella prima fase, una volta eseguita un'opera provvisoria a sostegno degli scavi per il mantenimento del traffico regolare sulla strada esistente viene realizzata la parte d'opera al di sopra della quale viene posizionata la nuova carreggiata di progetto. Una volta completate le lavorazioni del tratto in allargamento, dopo aver trasferito il traffico nella nuova parziale infrastruttura si completerà la parte restante dell'opera. Sono state previste apposite elaborazioni che descrivono tali lavorazioni.

Tutte le strutture scatolari in c.a. sono a canna singola. In corrispondenza degli imbocchi le opere sono opportunamente sagomate con dei muri andatori o apposite vasche in base alle diverse esigenze orografiche.

Tutte le strutture sono rivestite lato terreno da una impermeabilizzazione realizzata con manto sintetico in pvc e tnt mentre in copertura tale impermeabilizzazione sarà protetta da una cappa in cls dello spessore di 6 cm.

Le coperture degli attraversamenti sono variabili ma consentono sempre la stesa dell'intero pacchetto stradale. Nel caso in cui il ricoprimento sia ridotto, si prevede la realizzazione di un cuneo in misto cementato all'interfaccia tra rilevato ed il manufatto eliminando la possibilità di salti causati dalla differenza di cedimenti.

Di seguito si riporta la lista delle opere idrauliche riportate nel progetto.

WBS	TIPOLOGIA LAVORAZIONE	SEZIONE PROGETTO [m]
TO01	Trasformazione in tombino idraulico	Scat. 4,0x3,0
TO02	Trasformazione in tombino idraulico	Scat. 2,0x2,0
TO03	Demolizione e ricostruzione	Scat. 3,0x2,0
TO05	Nuovo	Scat. 4,0x2,5
TO06	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x4,0
TO41	Demolizione e ricostruzione	Scat. 5,0x4,0
TO07	Demolizione e ricostruzione	Scat. 6,0x4,0
TO08	Nuovo	Scat. 6,0x2,5
TO09	Nuovo	Scat. 2,0x2,0
TO10	Nuovo	Scat. 4,0x2,0
TO12	Demolizione e ricostruzione	Scat. 5,5x5,0
TO13	Demolizione e ricostruzione	Scat. 5,5x4,0
TO14	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x2,0
TO15	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x4,0
TO16	Nuovo	Scat. 3,0x3,0
TO17	Nuovo	Scat. 2,0x2,5
TO19	Nuovo	Scat. 4,5x2,0
TO39	Nuovo	Scat. 4,5x2,0
TO20	Nuovo	Scat. 2,0x2,5
TO22	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x2,0
TO23	Demolizione e ricostruzione	Scat.a doppia canna 4,0x2,0
TO25	Demolizione e ricostruzione	Scat. 2,5x2,0
TO26	Demolizione e ricostruzione	Scat. 6,0x3,0
TO27	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x3,0
TO28	Demolizione e ricostruzione	Scat. 2,5x2,0
TO29	Demolizione e ricostruzione	Scat. 2,5x2,5
TO30	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x2,0
TO40	Demolizione e ricostruzione	Scat. 2,0x2,0
TO31	Nuovo	Scat. 5,0x2,5
TO32	Demolizione e ricostruzione	Scat. 5,0x2,5
TO42	Demolizione e ricostruzione	Scat. 5,5x5,0
TO34	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x4,0
TO35	Demolizione e ricostruzione	Scat. 5,5x5,0

TO37	Demolizione e ricostruzione	Scat. 2,5x2,5
TO43	Demolizione e ricostruzione	Scat. 4,0x2,5
TO38	Demolizione e ricostruzione	Scat. 7,0x2,5
TO44	Demolizione e ricostruzione	Scat. 3,0x3,0

14 OPERE DI SOSTEGNO

Per le opere di sostegno di sostegno sono state adottate generalmente le seguenti tipologie:

- Paratie di pali di medio e grande diametro, semplicemente infisse o tirantate in testa e lungo l'altezza in ragione delle caratteristiche geotecniche dei pendii e dell'altezza del paramento;
- Muri in C.A., siano essi di sostegno, controripa o sottoscarpa

14.1 MURI IN C.A.

Le opere consistono in manufatti in c.a. gettati in opera del tipo a mensola e presentano fondazioni di tipo superficiale.

Tali opere si individuano alle seguenti progressive:

WBS	PROG. INIZIO	PROG. FINE	POSIZIONE
OS01	0+205	0+335	SV01 Teano - Rampa carr. SUD
OS02	0+105	0+275	SV02 Vairano - Rampa A
OS03	2+760	3+160	Carreggiata NORD
OS04	4+678	4+723	Carreggiata SUD
OS18	4+820	4+900	Carreggiata SUD
OS05	5+019	5+183	Carreggiata SUD
OS06	5+473	5+517	Carreggiata SUD
OS07	5+683	5+753	Carreggiata SUD
OS08	0+085	0+265	SV04 Pietramelara - Rampa carr. SUD
OS17	18+960	18+990	Carreggiata SUD
OS09	26+610	29+000	Carreggiata SUD

OS16	29+890	29+944	Carreggiata NORD
OS13	0+120	0+152	SV08 Faicchio - Rampa F

14.2 PARATIE DI PALI

Lungo il tracciato si prevede la realizzazione di paratie definitive di sostegno per consentire l'ampliamento della sede stradale o ridurre i volumi di materiale scavato. Tali opere sono costituite da pali trivellati in c.a. e con diametri compresi tra $\Phi 800$ e $\Phi 1000$, allineati con interassi compresi tra 1 m e 1.2m e dotati di trave di collegamento in c.a. di spessore compreso tra 1 m e 1.3m. Dove necessario, per scavi superiori a 3.5m le paratie sono provviste di sistemi di ancoraggio a più ordini, costituiti da tiranti a trefoli o barre dywidag, eseguiti per mezzo di iniezioni tipo IGU o IRS e forniti di travi di ripartizione in acciaio. Al fine di consentire il corretto allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche, si ricorre all'impiego di canalette prefabbricate e tubi drenanti in PVC microfessurati. Completano le opere dei pannelli prefabbricati in c.a.v. rivestiti in pietra locale, per un migliore inserimento dei manufatti nel contesto territoriale in cui si andranno ad inserire. Inoltre, per ridurre gli eventuali rischi per i veicoli e relativi a scenari eccezionali, laddove opportuno le paratie saranno precedute da muretti in c.a., inclinati di 5° rispetto al ciglio stradale.

In alcuni casi specifici, è in corso di valutazione l'uso di paratie di micropali multitirantate o con micropali a cavalletto, anch'esse rivestite con pannelli prefabbricati e finitura in pietra locale.

15 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

15.1 OBIETTIVI E CRITERI DEL PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

Il presente capitolo riporta gli Interventi di inserimento paesaggistico – ambientale relativi al Progetto Definitivo a 4 corsie della S.S. n. 372 "Telesina", da Caianello sino allo svincolo, escluso, di San Salvatore in Telesino.

L'obiettivo generale è quello di realizzare un sistema di interventi a verde che si integrino con il paesaggio naturale presente, che porti a ridurre le interferenze dell'opera sulle condizioni ambientali attuali.

L'elaborazione del progetto di inserimento ambientale ha tenuto conto delle analisi compiute nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale e della nuova Relazione di Incidenza, relative all'assetto paesaggistico e vegetazionale del territorio in cui si inserisce il tracciato di progetto.

Sono state adottate una serie di scelte progettuali per ottemperare alle prescrizioni contenute nel parere di compatibilità ambientale n. 69/2006 della CSVIA del Ministero dell'Ambiente, integralmente riportate nella delibera CIPE 100/2006 di approvazione del progetto preliminare dell'Itinerario Caianello (A1) - Benevento, adeguamento a 4 corsie della S.S. n. 372 "Telesina", con una progressiva di progetto dal Km 36+100 al Km 61+500, da San Salvatore Telesino a Benevento.

In particolare, sono stati previsti:

- interventi di mitigazione paesaggistica, lungo tutto il lato in affiancamento alla strada, che tengano conto delle diverse tipologie di paesaggio ed abbiano riferimenti che si armonizzino ai caratteri locali, curando l'inserimento visivo delle barriere antirumore e facendo ricorso, ove possibile, a quelle di tipo vegetale;

- inserimento percettivo del paesaggio degli interventi di maggiore rilevanza, come ad es. i viadotti
- interventi di inserimento paesaggistico-ambientale e mitigazione per il ripristino morfologico e vegetazionale della continuità territoriale tra l'area interessata dal tracciato e dalle aree di cantiere e l'intorno
- opportuni interventi di mitigazione degli habitat ripariali interessati del corso dei Fiumi Volturno e Tevere, nei tratti interferiti a monte e a valle dei viadotti, in particolare per le aree di elevato valore naturalistico ed ecologico (SIC "IT8010027 FIUMI VOLTURNO E CALORE BENEVENTANO),
- tutela, con opportune prescrizioni, di tutte le specie arboree presenti sul lato dell'attuale tracciato, dove le piante hanno assunto grandi dimensioni e vengono utilizzate per la nidificazione degli uccelli;

Per quanto riguarda la prescrizione relativa alla realizzazione delle oasi all'interno del SIC si evidenzia che dopo attenta analisi (cfr. Studio vegetazionale e faunistico integrativo del SIC "IT8010027 FIUMI VOLTURNO E CALORE BENEVENTANO) sono emerse una serie di problematiche quali ad es. : rimodellamento delle sponde con scavi e asportazione di terreno che potrebbero determinare una modifica del regime idrologico, creazione di percorsi per motivi di gestione delle oasi con ulteriori modificazioni dell'ambiente, porzioni di agroecosistemi di pregio che andrebbero eliminate. A questo proposito si ricorda che in tutti i SIC della Regione Campania sono vigenti le misure minime di conservazione indicate nel Decreto MATTM del 17/10/2007 con divieto di eliminazione degli elementi naturali e seminaturali caratteristici del paesaggio agrario con alta valenza ecologica individuati dalle regioni e dalle province autonome con appositi provvedimenti.

Per cui allo stato dei fatti prima di procedere con la progettazione delle oasi in un ambiente ecologicamente così delicato è necessario assumere le informazioni necessarie

per una organica ed esaustiva rappresentazione e valutazione dello stato del territorio e dei processi evolutivi che lo caratterizzano, nonché acquisire il riferimento indispensabile per la definizione degli obiettivi e dei contenuti per la valutazione di sostenibilità, che potranno essere definiti dal Piano di Gestione, al momento non ancora redatto.

Per l'elaborazione del progetto si è reso necessario un approfondimento in campo rivolto al riconoscimento dei complessi vegetazionali presenti nel territorio interessato dal tracciato stradale, finalizzato a individuare i principi e i criteri sui quali impostare la progettazione dell'inserimento ambientale. Sono state evidenziate: le aree ritenute più sensibili da un punto di vista naturalistico, quali gli attraversamenti fluviali, in particolare quelle relative al SIC "IT8010027 FIUMI VOLTURNO E CALORE BENEVENTANO", gli elementi afferenti alla Rete ecologica provinciale (elementi di connessione ecologica, aree di elevata biodiversità ecc.), gli ambiti caratterizzati da consorzi vegetali naturali.

Le scelte progettuali sono state inoltre supportate dalla conoscenza degli strumenti di pianificazione sovraordinata (PTR Campania, PTCP Caserta e Benevento, PTP Massiccio del Matese), che riconoscono l'importanza paesaggistica del territorio interessato dal tracciato.

15.2 LA SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI

Le linee guida del progetto d'inserimento paesistico-ambientale si basano su interventi di recupero in coerenza con il paesaggio vegetale circostante e con le dinamiche di colonizzazione del ciclo evolutivo della vegetazione, in modo da individuare le specie più adatte alle condizioni fitoclimatiche e pedologiche del luogo.

Il criterio di utilizzare specie autoctone, tipiche della vegetazione potenziale delle aree interessate dal progetto, è ormai ampiamente adottato nelle opere di ripristino e mitigazione ambientale.

L'impianto di specie autoctone, oltre a rispondere ad una necessità di carattere pratico, dovuta alla facilità di attecchimento e di sviluppo, risponde alla volontà di evitare di introdurre specie esotiche che modifichino oltremodo l'ecosistema già pesantemente trasformato nei suoi equilibri dall'attività antropica. Le specie locali, essendo coerenti con la vocazione dei luoghi, si adattano maggiormente alle condizioni climatiche dell'area e alle caratteristiche dei suoli, assicurando una più facile riuscita dell'intervento. Esse inoltre risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (gelate improvvise, siccità, parassitosi) e necessitano in generale di una minore manutenzione, consentendo di ridurre al minimo, in fase d'impianto, l'utilizzo di concimi chimici, fertilizzanti o antiparassitari.

In sintesi, i criteri adottati per la scelta delle specie sono i seguenti:

- potenzialità fitoclimatiche dell'area
- coerenza con la flora e la vegetazione locale
- individuazione delle fitocenosi presenti
- aumento della biodiversità locale
- valore estetico naturalistico

Per la messa a dimora si ritiene opportuna la scelta di specie legnose, inserendosi nella serie vegetazionale in uno stadio evoluto formato da alberelli ed arbusti, trascurando tutta la fase delle piante colonizzatrici. Viene escluso il tentativo di innescare un processo di rinaturazione partendo dall'inserimento di piante colonizzatrici erbacee, dato che attualmente non esiste una tradizione sementiera e vivaistica che consenta di reperire il materiale vegetale necessario.

La scelta delle specie da mettere a dimora è stata fatta in base alle caratteristiche bioecologiche delle specie, a quelle fisionomico-strutturali in relazione alla funzione richiesta (consolidamento, schermo visivo, ricostruzione ecosistemica, ecc.) e al tipo e allo stadio della cenosi che si intende ricostruire. In ultima analisi, la scelta viene operata quindi

in base alle forme biologiche e ai corotipi delle specie, poiché solamente dall'integrazione tra queste componenti (caratteristiche biotecniche, forme biologiche, corotipi) la scelta delle specie può essere indirizzata verso una equilibrata proporzione tra le specie erbacee, arboree, arbustive ed eventualmente rampicanti.

Le specie arbustive, scelte sempre tra le specie autoctone, avranno la funzione di creare la continuità spaziale con le chiome delle piante arboree, nonché una funzione estetica assicurata, tra l'altro, dalle fioriture colorate e scalari nel tempo.

La scalarità della fioritura, infatti, consentirà di avere cespugli in fiore, e di conseguenza con frutti maturi, per diversi periodi dell'anno. Inoltre, i frutti prodotti dagli arbusti saranno richiamo per piccoli mammiferi ed uccelli che potranno popolare le siepi arricchendo la complessità biologica del piccolo ecosistema. Infatti, sarà effettuata un'attenta distribuzione dei volumi degli elementi vegetali da utilizzare, al fine di realizzare un'elevata presenza di biomassa vegetale che, oltre ad esercitare effetti significativi su microclima, porterà ad aumentare la biodiversità con la formazione di strutture adatte ad essere luogo di rifugio, nutrizione e riproduzione per numerose specie di piccoli animali (uccelli, piccoli mammiferi, anfibi, insetti).

Le condizioni pedologiche e fitoclimatiche orientano la scelta verso specie arboree ed arbustive sia pioniere che di facile attecchimento, allevate in zolla.

In alternativa saranno approvvigionati alberi e arbusti allevati in vaso di pari dimensioni. Le piante dovranno provenire da vivai specializzati nella fornitura di grandi quantitativi e di alberi ben conformati, che insistano in una zona il più possibile prossima al sito definitivo, onde poter usufruire anche di eventuali ecotipi locali maggiormente adatti al territorio e che, quindi, soffrano meno l'espianto e il seguente reimpianto. Inoltre, la scelta di piante autoctone coltivate in vivai locali previene l'inquinamento genetico causato da esemplari della stessa specie ma provenienti da zone lontane, con capacità

adattative spesso diverse dalle entità nate e sviluppatesi nei territori prossimi al sito di progetto. La provenienza genetica di ogni esemplare deve essere garantita mediante apposita certificazione fornita dal vivaio.

L'accorgimento di dosare nel modo più appropriato la mescolanza di arbusti ed alberi, caducifoglie e sempreverdi, consente di evitare il formarsi di una struttura monoplana, di chiaro aspetto artificiale, per ottenere una barriera verde che maggiormente si approssimi a un soprassuolo naturale.

La scelta delle specie è stata effettuata considerando la serie di vegetazione a cui si riferisce il contesto di intervento, ossia la serie termofila dei querceti misti, arricchita con gli elementi della macchia mediterranea e la serie igrofila ripariale nel fondovalle del F. Volturno.

Si è ritenuto opportuno prediligere impianti di arbusti, perché compatibili con le esigenze imposte dal progetto, e preferire la componente sempreverde, perché coerente con le dinamiche ecosistemiche in atto e per la sua valenza percettiva. Laddove ritenuto possibile le specie arboree autoctone ad habitus deciduo si mescoleranno con quelle sempreverdi, proprio per creare un effetto cromatico contrastante e rendere le cenosi più naturali possibile.

Specie arboree

Per la costituzione di filari arboreo-arbustivi, ricostituzione del verde nelle aree di svincolo, ripristino della vegetazione dei corpi idrici e realizzazione di interventi di ricucitura con le aree boschive presenti, il progetto prevede l'impiego di individui arborei (alberi di prima e seconda grandezza, circonferenza 16 -18 cm, 18-20 cm, con altezza iniziale di 3 - 4 metri) appartenenti alle seguenti specie:

Nome volgare	Nome scientifico	Carattere
Leccio	<i>Quercus ilex</i>	Termofilo
Orniello	<i>Fraxinus ornus</i>	Termofilo
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Igrofilo
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	Igrofilo
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>	Termofilo
Cerro	<i>Quercus cerris</i>	Termofilo

Specie arbustive

Sono previste diverse specie arbustive variabili di taglia media e medio-piccola, con buona rusticità e specifica produzione di frutti appetibili per la fauna selvatica, in particolare l'avifauna, al fine di contribuire, con la messa a dimora, alla salvaguardia della presenza faunistica nei territori circostanti.

Nome volgare	Nome scientifico	Carattere
Ginestra comune	<i>Spartium junceum</i>	Termofilo
Lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i>	Termofilo
Viburno	<i>Viburnum tinus</i>	Termofilo
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Termofilo
Corbezzolo	<i>Arbutus unedo</i>	Termofilo
Cisto	<i>Cistus incanus</i>	Termofilo
Rosmarino	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Termofilo
Rosa	<i>Rosa sempervirens</i>	Termofilo

Mirto	<i>Myrtus communis</i>	Termofilo
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>	Termofilo
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	Termofilo
Erica arborea	<i>Erica arborea</i>	Termofilo
Alaterno	<i>Rhamnus alaternus</i>	Termofilo
Berretta da prete	<i>Euonymus europaeus</i>	Termofilo
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>	Termofilo
Salice delle rive	<i>Salix eleagnos</i>	Igrofilo
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Igrofilo

Per quanto riguarda l'inerbimento previsto in quai tutte le aree di intervento a verde, verranno utilizzate specie erbacee pioniere e a rapido accrescimento, appena terminati i lavori di costruzione delle infrastrutture. Le specie erbacee per l'inerbimento sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, saranno scelte le specie già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle *Graminaceae (Poaceae)* che assicurano un'azione radicale superficiale e delle *Leguminosae (Fabaceae)* che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali. Di seguito si riportano le specie utilizzabili per il miscuglio di sementi.

Nome Specie	Famiglia	Nome Specie	Famiglia
<i>Agropyron repens</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Vicia sativa</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Leguminosae</i>

<i>Lolium perenne</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Poa trivialis</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Lolium perenne</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Vicia villosa</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Leguminosae</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Graminaceae</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Leguminosae</i>

15.3 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

Dopo aver analizzato le comunità vegetazionali e faunistiche presenti sul territorio e le interferenze prodotte su di esse dal progetto in esame, sono stati individuati una serie di interventi atti ad eliminare o ridurre le interferenze suddette. Le misure di inserimento ambientale dell'infrastruttura sono state definite in relazione alle diverse tipologie del progetto stradale. Gli interventi sono previsti all'interno di un'area definibile come "area di occupazione", che in alcuni casi è stata estesa laddove si è ravvisata la necessità di operare ulteriori interventi tesi al riequilibrio ambientale o che necessitano di particolari adeguamenti. Il dimensionamento delle aree di intervento è stato stabilito in relazione alla destinazione dei suoli direttamente connessi alle aree di lavorazione, cercando di limitare l'occupazione di terreni destinati a colture legnose permanenti.

Nei paragrafi successivi vengono esposti gli interventi proposti, che possono essere raggruppati in funzione delle finalità generali di progetto nel modo seguente (cfr. Planimetria degli interventi 000_T00_IA02_AMB_PL01A):

- Interventi a funzione paesaggistica
- Interventi a funzione naturalistica
- Interventi a funzione faunistica
- Interventi a funzione agricola

Si riporta in forma tabellare l'elenco delle categorie di intervento previste lungo il trac-
 ciato, che verranno espone nei successivi paragrafi, accorpate sulla base della funzione
 generale.

FUNZIONE GE- NERALE	CODICE INTERVENTO	TIPO INTERVENTO	FUNZIONE SPECI- FICA
PAESAGGISTICA	A	Arbusteti in corrispon- denza di rilevati e trin- cee	Consolidante
	B	Filare arboreo-arbu- stivo	Mascheramento vi- sivo
	C	Prato cespugliato	Estetica/Ornamen- tale
	D	Cespuglieto arborato	Estetica/Ornamen- tale
	-	Inerbimento dei rilevati	Stabilizzazione suolo
NATURALISTICA	E	Formazione arboreo - arbustiva a carattere igrofilo	Ripristino ecologico
	F Specifico per la fauna	Siepe arbustiva di invito a carattere igrofilo	Funzionalità dei cor- ridoi ecologici

		Sottopasso faunistico	Permeabilità fauni- stica
	G	Mantello arbustivo/ar- boreo di ricucitura con i consorzi di caducifoglie	Ripristino ecologico
AGRICOLA	H	Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere	Ripristino ante - operam
	I	Inerbimento delle aree intercluse	Recupero suolo e costituzione cotico erboso
	L	Recupero dei suoli e inerbimento dei tratti in dismissione	Recupero suolo e costituzione cotico erboso

I sestri di impianto, laddove possibile in relazione alle caratteristiche delle opere, sono stati progettati al fine di rendere le formazioni il più naturaliformi possibile.

Per gli interventi di mitigazione da realizzare in prossimità del bordo strada sono state prese in considerazione solo le specie arbustive che hanno un'altezza potenziale di accrescimento non superiore ai 6-8 metri, nel pieno rispetto delle norme del codice stradale che vietano l'impianto di alberi, lateralmente alla strada, ad una distanza inferiore alla massima altezza raggiungibile dalla specie/arboreo a completamento del ciclo vegetativo.

15.4 INTERVENTI A FUNZIONALITÀ PAESAGGISTICA

15.4.1 INTERVENTI PER L'INSERIMENTO PAESAGGISTICO DEI RILEVATI E DELLE TRINCEE

L'inserimento di elementi vegetali lungo strada ha lo scopo principale di schermare polveri e rumorosità (barriere vegetali antirumore) generati dall'infrastruttura viaria, tuttavia offrono un grande contributo per l'inserimento paesistico-ambientale dell'opera nel territorio attraversato, nonché possono svolgere la funzione di ripristino della continuità ecologica.

Un settore particolare di impatto ambientale e di risposta tecnica è quello relativo all'avifauna che, volando rasoterra, può anche restare uccisa nello scontro ad esempio con gli autoveicoli. La realizzazione di fasce arbustive e arboreo-arbustive ai lati delle linee infrastrutturali può alzare la linea di volo degli uccelli e può assolvere bene anche alla funzione di barriera contro gli impatti dell'avifauna con i veicoli in transito, riducendone significativamente i casi. Inoltre, questa mitigazione fornisce un habitat per la fauna tipica delle fasce ecotonali ed un luogo di rifugio, alimentazione e riproduzione per altre specie faunistiche.

In corrispondenza dei rilevati e delle trincee, la finalità dell'intervento è duplice in quanto, oltre ad assicurare un miglioramento estetico - paesaggistico, svolge una funzione biotecnica proteggendo il terreno dalle erosioni superficiali e consolidandolo con l'azione degli apparati radicali. Il tipologico di impianto che lo identifica è il seguente:

A) Arbusteti in corrispondenza di rilevati e trincee

Nell'esecuzione della sistemazione a verde, si utilizzerà il "prerinvendimento", quindi si anticiperanno gli interventi a verde durante la costruzione della strada senza aspettare

la fine lavori, onde poter usufruire di un anticipo di crescita delle piante e dei manti erbosi e quindi di una buona dotazione di verde già al momento del collaudo dell'infrastruttura.

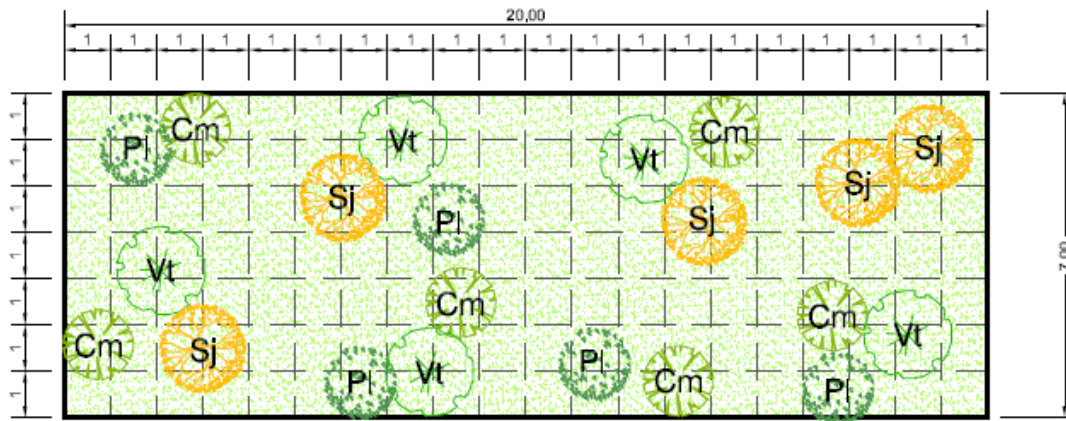
I lavori procederanno quindi per fasi:

Idrosemia. Dopo aver modellato il suolo con il riporto di terreno vegetale si procederà alla semina su tutte le aree interessate dagli interventi attraverso la tecnica dell'idrosemia. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dell'idrosemia, della tipologia e della miscela di specie erbacee da utilizzare, si rimanda alla descrizione specifica nel paragrafo sugli inerbimenti.

Messa a dimora di arbusti. Successivamente alla creazione del tappeto erboso, si procederà agli interventi di rivegetazione secondo le seguenti modalità:

- la piantagione degli arbusti sarà effettuata con disposizione non geometrica e mescolando le specie a creare delle formazioni naturali e/o a macchia seriale;
- la messa a dimora va effettuata nei periodi stagionali favorevoli (autunno-inverno-primavera) con esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva. Ogni pianta verrà collocata in una buca predisposta di dimensione doppia della zolla o pane di terra e ricalzata con suolo organico, torba, ecc. e sarà dotata di: pali tutori e dischi pacciamanti per evitare la concorrenza e l'effetto soffocante derivante dalla crescita delle erbe nei primi anni, e reti provvisorie di protezione antifauna.

Per la tipologia A è prevista l'utilizzazione dei seguenti arbusti: *Pistacia lentiscus*, *Spartium junceum*, *Viburnum tinus*, *Crataegus monogyna*. Il sesto è quello riportato nella figura sottostante; il modulo di impianto è di 140 m² (20m x 7m) e prevede l'impianto di 21 piante secondo lo schema riportato.



ARBUSTI		(n.21 piante ogni 140 mq)	SUPERFICIE SESTO D'IMPIANTO	N. ESSENZE
PI	LENTISCO	<i>Pistacia lentiscus</i>	140 mq	5
Sj	GINESTRA COMUNE	<i>Spartium junceum</i>		5
Vt	VIBURNO	<i>Viburnum tinus</i>		5
Cm	BIANCOSPINO	<i>Crataegus monogyna</i>		6

 Inerbimento

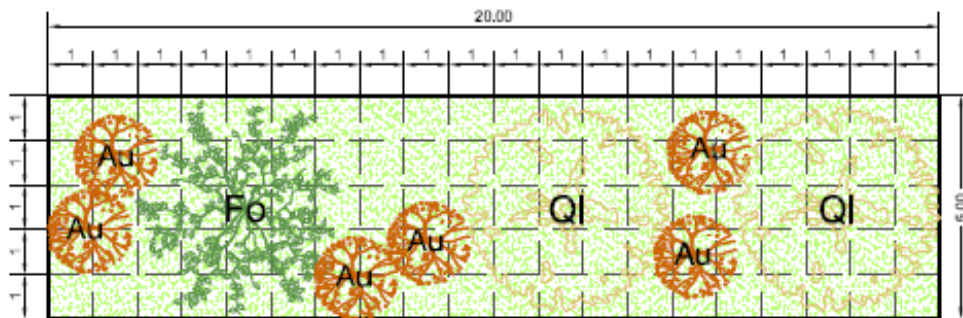
Figura 1 - Sesto di impianto della tipologia A

15.4.2 INTERVENTI DI SCHERMATURA MEDIANTE PREDISPOSIZIONE DI FASCE FILTRO

Gli interventi di schermatura del tracciato sono previsti laddove l'ampliamento della sede stradale sia ubicato nelle vicinanze di ricettori; pertanto, si è ritenuto opportuno prevedere l'impianto di una fascia di vegetazione a portamento arboreo - arbustivo. La fascia filtro per mascherare i muri di sostegno e i tratti in rilevato alto è prevista secondo il sesto di impianto:

B – Filare arboreo – arbustivo

Per tale tipologia si prevede la messa a dimora dei seguenti alberi: leccio (*Quercus ilex*) e Orniello (*Fraxinus ornus*); tra un albero e l'altro saranno collocati esemplari di *Arbutus unedo* a carattere arbustivo in ordine casuale.



ALBERI		(n. 3 piante ogni 100 mq)	SUPERFICIE SESTO D'IMPIANTO	N. ESSENZE
Qi	LECCIO	<i>Quercus ilex</i>		100 mq
Fo	ORNIELLO	<i>Fraxinus ornus</i>	1	
ARBUSTI		(n. 6 piante ogni 100 mq)	100 mq	N. ESSENZE
Au	CORBEZZOLO	<i>Arbutus unedo</i>		6

 Inerbimento

Figura 2 - Sesto di impianto della tipologia B

L'impianto seguirà lo schema riportato in figura, con moduli da 100 m² (20 m x 5 m) e prevede la sistemazione di 3 alberi e 6 arbusti per modulo. Compatibilmente con la disponibilità di spazio si potranno prevedere una o più file arboreo-arbustive, utilizzando i moduli sfalsati in modo da dare all'opera un aspetto più naturaliforme e avere una copertura delle chiome arboree uniformemente continua.

15.4.3 INTERVENTI PER LA VALORIZZAZIONE DELLE AREE INTERCLUSE, CAVALCAVIA, AREE DI SVINCOLO, ROTATORIE

Tali opere verranno realizzate nei tratti in cui la vegetazione naturale subirà alterazioni parziali o totali a seguito delle attività di cantiere e in tutte quelle aree abbastanza ampie (zone intercluse degli svincoli principali, piede dei cavalcavia, rotatorie) dove l'intervento è fattibile.

Lo scopo principale di questo intervento è la ricostituzione di cenosi strutturate ed ecologicamente funzionali, mediante la messa a dimora di specie erbacee, arbustive ed arboree autoctone.

Nelle aree di svincolo è stata progettata la messa a dimora di arbusti e alberi autoctoni con funzione sia ecologica che estetica essendo la maggior parte specie sempreverdi e con colorazioni di fiori, frutti e foglie diversificati, mantenendo per essi un'altezza variabile tra 2 m e max 10 m per garantire una buona visibilità della rotatoria. Per questioni di sicurezza visiva, è prevista sempre una fascia di 6 m dal bordo da lasciare soltanto ad inerbimento.

Le specie selezionate sono abbondantemente presenti nell'ambiente ecologico circostante; si tratta di sempreverdi che mantengono la funzione estetica per tutto l'anno; sono piante con poche esigenze ecologiche e sopportano bene i periodi di siccità estiva, per cui si ipotizza una buona riuscita dell'intervento anche abbattendo gli impegni di manutenzione; gli arbusteti offrono rifugio a micromammiferi e piccoli uccelli.

Il sesto di impianto e la disposizione delle varie specie è a mosaico, evitando appositamente disposizioni a file e forme geometriche, che si discostano eccessivamente dalle morfologie naturali. In funzione della disponibilità di spazio nelle aree di intervento sono stati progettati due sestini di impianto:

- C) Prato cespugliato

▪ D) Cespuglieto arborato

Il primo (Tipologico C), è previsto nelle rotonde di dimensioni ridotte e si caratterizza per l'impianti di arbusti di dimensioni limitate: *Viburnum tinus*, *Cistus incanus*, *Rosmarinus officinalis*, *Rosa sempervirens*; in una superficie di impianto pari a 300 mq è previsto l'impianto di 24 arbusti. Le specie, oltre ad essere abbondantemente presenti nell'ambiente ecologico circostante, sono sempreverdi per cui svolgono la funzione estetica per tutto l'anno, con poche esigenze ecologiche e sopportano bene i periodi di siccità estiva, per cui si ipotizza una buona riuscita dell'intervento anche abbattendo gli impegni di manutenzione.

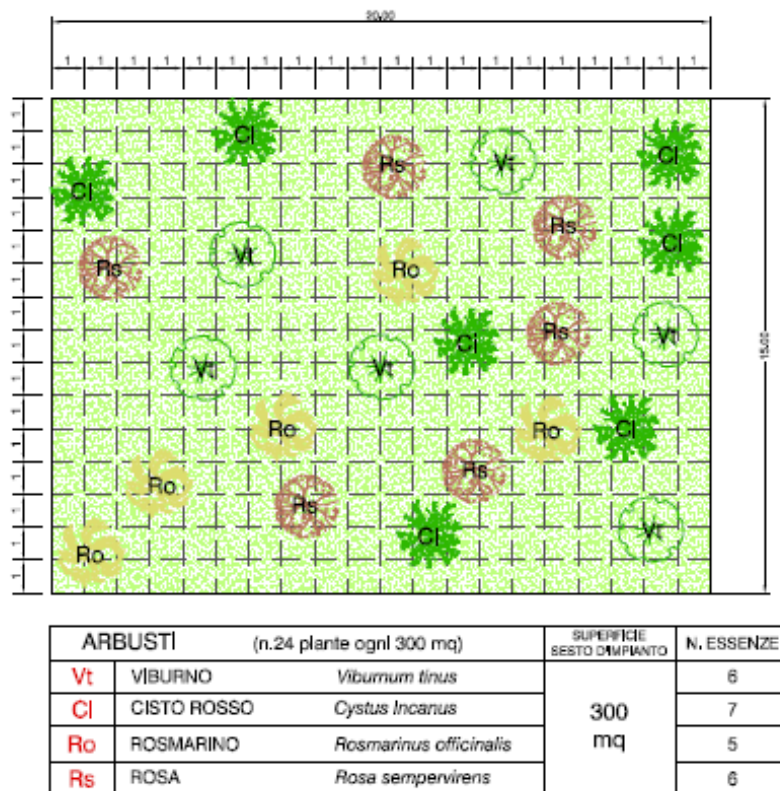


Figura 3 - Sesto di impianto C – Prato cespugliato

Il cespuglieto arborato (Tipologico D) è concepito per gli spazi più estesi, in cui sia possibile prevedere oltre all'impianto di arbusti quali *Arbutus unedo*, *Cistus incanus*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* e *Rosa sempervirens*, anche individui a portamento arboreo di *Quercus ilex*. Per una superficie di 300 mq sono previsti 20 arbustive e 3 arboree.

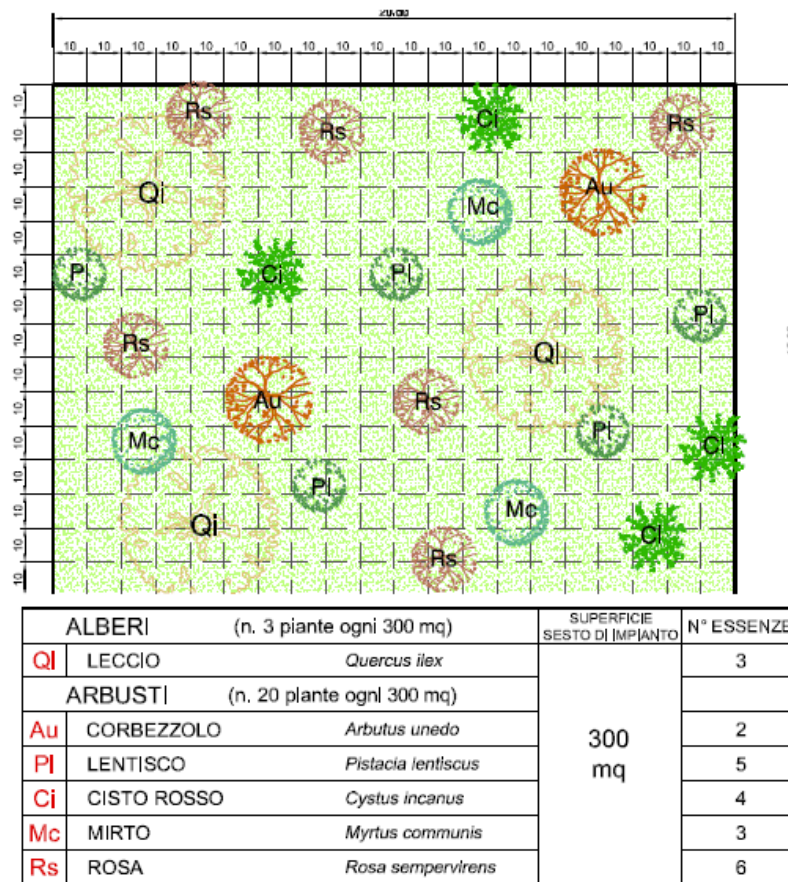


Figura 4 - Sesto di impianto D - Cespuglieto arborato

15.4.4 INERBIMENTI

Per le aree interessate alla messa a dimora di specie arboree ed arbustive, sarà previsto l'inerbimento con specie erbacee pioniere e a rapido accrescimento, appena terminati i lavori di costruzione della infrastruttura, attraverso la creazione di uno strato di terreno vegetale da sottoporre a semina. L'intervento di inerimento è previsto in tutti i rilevati e trincee, anche laddove non sia prevista la messa a dimora di specie arbustive/arboree, e inoltre nelle aree intercluse di piccole dimensioni nelle quali non si ritiene possibile prevedere la messa a dimora di piante arbustive/arboree in corrispondenza dei tratti di viabilità secondaria in dismissione.

Le specie erbacee sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, prediligendo, nella scelta delle specie, quelle già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle *Graminaceae* (*Poaceae*) che assicurano un'azione radicale superficiale e delle *Leguminosae* (*Fabaceae*) che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto.

Verranno seminate specie poco longeve, ma in grado di fornire una rilevante quantità di biomassa ed una pronta protezione delle superfici scoperte, accanto ad altre longeve ma ad insediamento lento. La scelta delle specie ricadrà inoltre su quelle con temperamento eliofilo e xerotollerante, oltre che rustiche e frugali per quanto riguarda le necessità edafiche, in modo da accelerare il processo di colonizzazione del terreno nudo.

Verrà utilizzata la tecnica dell'idrosemina semplice e/o a spessore, che consiste nel rivestimento di superfici mediante lo spargimento con mezzo meccanico di una miscela prevalentemente di sementi e acqua. Lo spargimento avviene mediante l'impiego di un'idro-seminatrice dotata di botte, nella quale vengono miscelati sementi, collanti, concimi, ammendanti e acqua. La miscela così composta viene sparsa sulla superficie mediante

pompe a pressione di tipo e caratteristiche (es. dimensione degli ugelli) tali da non danneggiare le sementi stesse.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali. La provenienza e la germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

15.5 INTERVENTI A FUNZIONALITÀ NATURALISTICA

15.5.1 FORMAZIONE ARBOREO - ARBUSTIVA A CARATTERE IGROFILO

Il progetto prevede vari viadotti, tra cui un viadotto per l'attraversamento del Fiume Volturno, tutelato nell'ambito del SIC Fiume Volturno e Calore Beneventano, e uno per l'attraversamento del suo affluente Titerno.

Gli ambiti ripariali del Volturno e dei fossi minori si caratterizzano per fitocenosi a carattere igrofilo di tipo azonale, a predominanza di *Salix alba* e *Populus alba*, con presenza di *Robinia pseudoacacia*. Laddove la fascia si presenta più ampia, la formazione si arricchisce di frassino meridionale (*Fraxinus oxycarpa*), carpino bianco (*Carpinus betulus*) e nocciolo (*Corylus avellana*).

La vegetazione ripariale interagisce, come del resto qualsiasi soprassuolo forestale, con molti fattori ambientali, sia biotici che abiotici. Questa capacità si può tradurre, nell'ambito delle pratiche di gestione delle aree fluviali, in una funzionalità stabilizzante nei riguardi delle sponde, sia per quanto riguarda l'erosione, sia nei confronti dei movimenti di massa. Tale potenzialità è stata ampiamente sfruttata nei secoli, fino ad un recente passato in cui si sono privilegiate sistemazioni realizzate interamente con materiali inerti.

La capacità anti erosiva della vegetazione presente sulle sponde dei corsi d'acqua si manifesta sia attraverso la trattenuta delle particelle di suolo, ostacolandone l'asportazione da parte della corrente, sia come rinforzo meccanico al suolo, dovuto alla presenza delle radici, sia come riduzione del contenuto idrico del terreno che compone la sponda, con conseguente diminuzione delle pressioni interstiziali, attraverso processi sia di evapotraspirazione che di infiltrazione profonda. Le chiome delle piante infatti, riducendo l'effetto battente delle piogge, ostacolano la compattazione del suolo; l'attività radicale favorisce la macroporosità e l'aumento della capacità idrica del terreno: il risultato è l'aumento della velocità di infiltrazione dell'acqua e quindi del suo allontanamento dalle sponde.

La protezione delle sponde determina, in ultima analisi, anche la protezione degli interi versanti ed è quindi di grande importanza poter avere lungo i corsi d'acqua una costante presenza di vegetazione arborea e arbustiva, ad elevato livello di vitalità, con una efficiente e funzionale distribuzione degli apparati radicali.

Gli ambienti ripariali sono considerati, a scala globale, tra i più ricchi di biodiversità. Essi infatti, oltre a possedere una base comune di specie che li caratterizza, sono spesso anche aree ecotonali che fungono da zone marginali tra ecosistemi diversificati e nelle quali trovano rifugio tante specie che non sono tipicamente appartenenti ad ambienti umidi.

La realizzazione delle opere di attraversamento implica che in corrispondenza delle aree di lavorazione, si possa compromettere l'integrità della fascia di vegetazione spondale. L'intervento di ripristino della vegetazione ripariale, pertanto, ha lo scopo di ricostituire alcuni ambiti di vegetazione eventualmente compromessi dalle lavorazioni di cantiere e di ristabilire una continuità ecologica. Esso è concepito nella visione complessiva

dell'ecosistema fluviale dato che il corso d'acqua con le sue fasce ripariali costituisce, per eccellenza, il corridoio in grado di garantire una continuità ecologica del territorio.

Trattandosi di un tipo di vegetazione azonale a carattere igrofilo, in tutti gli ambiti di intervento connessi alla fascia di vegetazione spondale dei corsi d'acqua si è optato per il medesimo raggruppamento, riferibile alla serie edafo-igrofila ripariale e dei fondovalle alluvionali della regione mediterranea (*Salicion albae*, *Populion albae*).

Le specie che recuperano gli ambiti al di sotto dei viadotti sono legate, almeno nella prima fase di colonizzazione, alle fitocenosi presenti nelle immediate vicinanze.

L'estensione di tali aree di intervento è stata stabilita in virtù dell'effettiva occupazione delle aree di lavoro (aree di esproprio) e della copertura vegetazionale presente in tali aree e nelle aree limitrofe.

Tenendo conto delle dimensioni delle opere di attraversamento e delle fasce di vegetazione preesistenti, sono stati studiati due tipologici di impianto, che differiscono essenzialmente per la struttura della formazione:

- E1 – Formazione arbustiva a carattere igrofilo
- E2 – Formazione arboreo – arbustiva a carattere igrofilo

L'impianto di un saliceto arbustivo a *Salix eleagnos* e *S. purpurea* (Tipo E1) è prevista nella zona spondale al di sotto dell'impalcato di alcuni viadotti e nelle sponde del Fiume Volturno e del Fiume Tevere a ricostituire la fascia ripariale laddove gli interventi per le opere in progetto abbiano sottratto habitat. Si tratta di fasce spondali larghe circa 3 m in prossimità dell'alveo, in cui le piante hanno una distribuzione casuale che si avvicina il più possibile a quella naturaliforme, secondo il modulo del sesto di impianto riportato di seguito.

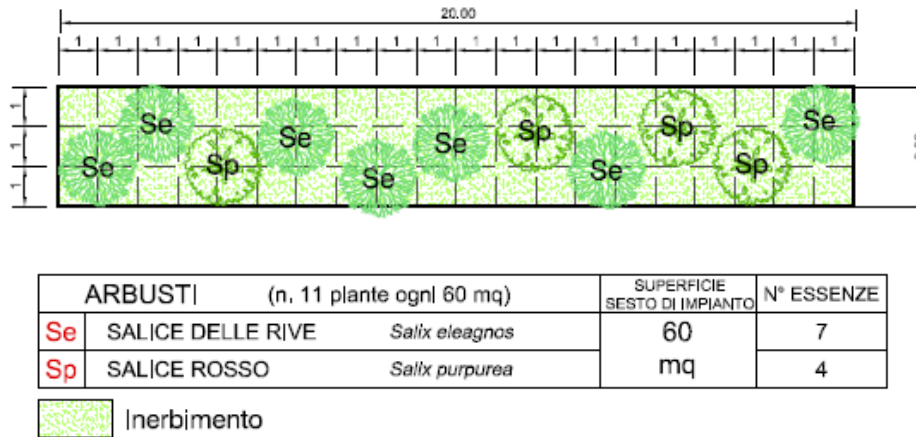
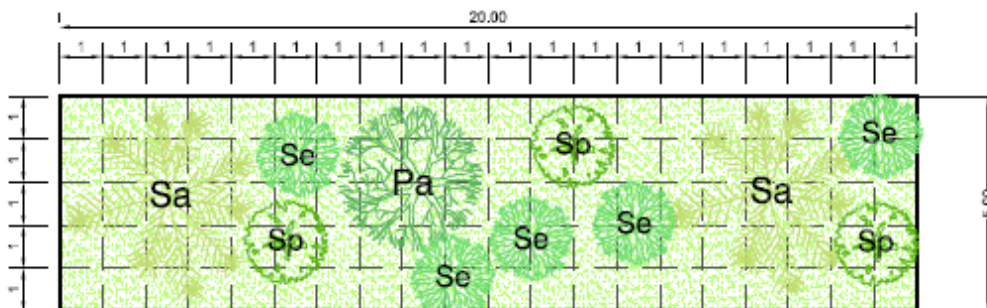


Figura 5 - Sesto di impianto E1 – Formazione arbustiva a carattere igrofilo

La formazione arboreo – arbustiva (Tipo E 2) a carattere igrofilo è prevista nelle zone spondali del fiume Volturno e fiume Tevere a ricostituire la fascia ripariale laddove gli interventi per le opere in progetto abbiano sottratto habitat; lo strato arboreo sarà costituito da salice bianco (*Salix alba*) e pioppo bianco (*Populus alba*), mentre lo strato arbustivo a *Salix eleagnos* e *S. purpurea*.

Come si evince dalla figura, le piante inserite nel modulo del sesto di impianto hanno una distribuzione casuale che si avvicina il più possibile a quella naturaliforme.



ALBERI (n. 3 piante ogni 100 mq)		SUPERFICIE SESTO DI IMPIANTO	N° ESSENZE
Sa	SALICE BIANCO <i>Salix alba</i>		
Pa	PIOppo BIANCO <i>Populus alba</i>	1	
ARBUSTI (n. 8 piante ogni 100 mq)			
Se	SALICE DELLE RIVE <i>Salix eleagnos</i>	5	
Sp	SALICE ROSSO <i>Salix purpurea</i>	3	


 Inerblimento

Figura 6 - Sesto di impianto E2 – Formazione arbustiva a carattere igrofilo

15.5.2 INTERVENTI DI RICUCITURA CON LE AREE BOScate

Per formazione boschiva si intende un raggruppamento minimo di specie arboree d'alto fusto, costitutive del bosco, sotto il quale si possono sviluppare arbusti e piante erbacee. Il ruolo prevalente e le modalità di utilizzo della formazione boschiva definiscono la scelta della densità della copertura boschiva. Le formazioni boscate si prevedono anche allo scopo di favorire lo spostamento della fauna e di creare nuovi habitat faunistici per le specie animali che utilizzano i due nuclei boschivi suddetti, parzialmente ridotti dalla realizzazione del tracciato in esame.

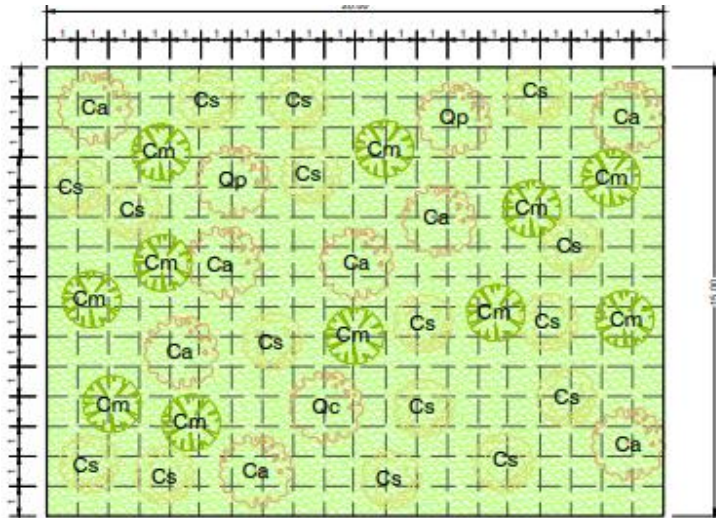
Il progetto prevede l'impianto di nuclei arboreo – arbustivi autoctoni, come compensazione per la sottrazione di habitat naturali causati dai lavori per la realizzazione dell'infrastruttura viaria, nell'ottica di ristabilire una continuità vegetazionale con i consorzi boschivi esistenti posti in prossimità del tracciato in progetto.

L'intervento è stato previsto in alcuni ambiti per creare una zona di ricucitura con le aree boscate esistenti, in modo da limitare l'effetto della frammentazione e, al tempo stesso, favorire lo spostamento della fauna e creare nuovi habitat faunistici per le specie animali che utilizzano i due nuclei boschivi suddetti.

L'intervento di ricucitura con le aree boscate è individuato con il tipologico:

G) Mantello arbustivo di ricucitura con i consorzi caducifoglie

Gli interventi di ricucitura sono stati progettati a partire dal riconoscimento dei consorzi boschivi preesistenti nell'intorno dell'area di progetto; trattandosi essenzialmente di boschi misti a dominanza di roverella riferibili alla classe fitosociologica dei *Quercetalia pubescentis* e, nello specifico, alla serie appenninica centro - meridionale submediterranea e mesomediterranea neutrobasifila della roverella (*Rosa sempervirentis-Quercetum pubescentis*), si prevede un impianto di un raggruppamento arbustivo a *Crataegus monogyna*, *Spartium junceum*, *Corylus avellana* e *Cornus mas*, con l'inserimento di due specie arboree, *Quercus pubescens* e *Quercus cerris*, in coerenza con la composizione floristica della vegetazione preesistente e con la finalità di realizzare un mantello di bordura dei boschi preesistenti e potenziare anche la presenza arborea.



ARBUSTI (n.38 piante ogni 300 mq)		SUPERFICIE SESTO D'IMPIANTO	N. ESSENZE
Cm	BIANCOSPINO <i>Crataegus monogyna</i>	300 mq	11
Ca	NOCCIOLO <i>Corylus avellana</i>		8
Cs	CORNILOLO <i>Cornus mas</i>		16
Qp	ROVERELLA <i>Quercus pubescens</i>		2
Qc	CERRO <i>Quercus cerris</i>		1
INERBIMENTO			-

Figura 91 - Sesto di impianto G – Mantello arbustivo di ricucitura con i consorzi caduci-foglie

15.5.3 INTERVENTI PER LA PERMEABILITÀ FAUNISTICA

Lo sviluppo lineare dei manufatti stradali può costituire, se non ben progettato, una barriera invalicabile agli spostamenti di numerose specie animali a causa dell'impedimento fisico stesso del movimento o per effetto del rumore, della percezione fisica e dell'abbagliamento notturno dovuti ai veicoli in transito. Questa barriera determina, oltre alla perdita, per collisione con i veicoli, degli individui che tentano comunque di attraversare la carreggiata, un'alterazione della vitalità delle popolazioni riconducibile a tre fenomeni:

1. la diminuzione del dominio vitale (*home range*), ossia della superficie utilizzata per il completo espletamento delle funzioni vitali (riposo, alimentazione, rifugio, riproduzione.), interrompendone la continuità o rendendo difficile l'accesso ad aree dove si trovino risorse essenziali;
2. l'impedimento dei movimenti dispersivi e delle migrazioni (esemplari quelle degli anfibi che ritornano ogni anno agli stagni o ai fossi dove sono nati per riprodursi e nel caso di comparsa di un ostacolo che limiti l'accesso cessano definitivamente di riprodursi);
3. l'induzione di locali estinzioni di popolazioni frammentate. In territori eterogenei, molte specie sono distribuite in insiemi di subpopolazioni, denominate metapopolazioni, interconnesse per mezzo di individui che si disperdono da una all'altra. Una popolazione di questo tipo subisce continuamente estinzioni e ricolonizzazioni nei frammenti e si mantiene nel tempo solo quando le seconde superano le prime, mentre si estingue se un ostacolo (es. una strada) impedisce il flusso di individui capaci di ricolonizzare nuovi frammenti o di rafforzare piccole subpopolazioni.

La previsione dei passaggi faunistici permette, da un punto di vista ambientale e biologico, l'ottimale inserimento dell'infrastruttura nel territorio con il rispetto e la garanzia delle connessioni biologiche della rete ecologica esistente, sia a vasta scala (Rete Natura 2000) che a scala minore (Rete ecologica locale). I passaggi per la fauna selvatica (passaggi faunistici) permettono a determinate specie di animali di attraversare le vie di comunicazione, mantenendo o ripristinando la loro libertà di movimento.

I principali obiettivi dei passaggi faunistici sono:

- la diminuzione della frammentazione del territorio e dell'isolamento delle popolazioni di animali, attraverso il ripristino degli scambi energetici interrotti con la costruzione dell'infrastruttura;

- la diminuzione degli incidenti della circolazione, riducendo il rischio di attraversamento della fauna sulle vie di comunicazione.

Si sottolinea inoltre che l'esigenza del dimensionamento dei percorsi faunistici permette il passaggio da una rete ecologica con approccio paesaggistico-strutturale ad una rete ecologica con approccio biologico-funzionale. Non si può pretendere di definire una soluzione unica che risolva il problema della frammentazione, in quanto il comportamento degli animali non è sempre prevedibile. Sono stati assunti tuttavia una serie di accorgimenti per il dimensionamento di determinati interventi al fine di ridurre al minimo le criticità emerse favorendo il più possibile la permeabilità dell'opera.

L'infrastruttura presenta lungo il percorso numerosi passaggi di svariate dimensioni che possono assolvere, indipendentemente dalle motivazioni per le quali sono stati costruiti, alla funzione di veri e propri "ecodotti". Si tratta di attraversamenti naturali molto ampi localizzati in corrispondenza dei viadotti, dovuti a scelte ingegneristiche finalizzate ad annullare le irregolarità morfologiche del tracciato o ad altre funzioni.

Le modalità di progettazione e di realizzazione dei viadotti saranno determinanti ai fini della riduzione degli impatti sulla frammentazione ecologica. Compatibilmente con altre esigenze, la luce tra i piloni dovrà essere la maggiore possibile. Qualora si preveda anche l'attraversamento da parte della viabilità locale, una parte significativa della sezione dovrà essere mantenuta o ricostruita ad habitat naturale. Un punto di specifica attenzione progettuale per i viadotti sarà costituito dalle spalle di appoggio. A seconda delle situazioni, nei punti di appoggio sulle spalle laterali si potranno prevedere fasce arbustive ed in generale opere che consentano un ampliamento delle fasce naturali o naturaliformi. La presenza di viadotti consente di mantenere una buona permeabilità ecologica, ma si rende necessaria anche la realizzazione di sottopassi in corrispondenza di tombini idraulici.

Tipologie di sottopassi faunistici

In generale, i passaggi per la fauna sono manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle specie animali.

Le caratteristiche essenziali per l'idonea progettazione di un passaggio sono l'ubicazione, le dimensioni, il materiale di costruzione della struttura, il materiale utilizzato per la superficie di calpestio alla base della struttura di attraversamento, le misure complementari d'adeguamento degli accessi che implicano la messa a dimora di vegetazione e la collocazione di recinzioni e strutture perimetrali di "invito" per convogliare gli animali verso le imboccature dei passaggi.

Tali condizioni dipendono molto dalle esigenze dei singoli gruppi animali.

Gli anfibi sono il gruppo faunistico forse più colpito dall'effetto barriera stradale, con morte di intere popolazioni schiacciate dai veicoli. Le migrazioni riproduttive stagionali in massa di alcune specie (rospi, rane) si concentrano in determinati periodi (in genere fine inverno) e in tratti relativamente brevi. Tali spostamenti implicano complessi meccanismi di orientamento ancora non ben conosciuti che fanno sì che in determinati punti essi cerchino di scavalcare tutti gli ostacoli che trovano sul loro cammino anche se si tratta di substrati artificiali. Questo comportamento ha generato la necessità di creare strutture specifiche per permetterne l'attraversamento.

I piccoli mammiferi sono in genere poco selettivi e utilizzano tutti i tipi di struttura, anche se realizzata in cemento o in lamiera corrugata; solo la presenza di acqua all'entrata costituisce un ostacolo al passaggio.

I lagomorfi (coniglio e lepre) sono specie più selettive. Evitano sottopassi di piccole dimensioni (non attraversano strutture con meno di 150 cm di diametro) e tunnel in

lamiera corrugata. Utilizzano principalmente tombini e scatolari con buona visibilità della parte opposta.

I carnivori richiedono la presenza di vegetazione adeguata all'ingresso e non utilizzano passaggi con substrato coperto da una lama d'acqua continua anche di pochi centimetri di profondità. Sono però capaci di utilizzare tombini molto stretti (fino a 50 cm di diametro nel caso del tasso). Fa eccezione la volpe che richiede tunnel ampi con buona visibilità e substrati naturali alla base. Anche la lontra, pur essendo un mammifero semi-acquatico, necessita di una frangia laterale secca.

Gli ungulati necessitano di estesi areali vitali e sono abituati ad utilizzare piste note e ben definite nei loro spostamenti. Sono molto selettivi nell'utilizzo dei passaggi e richiedono strutture apposite, evitando punti in qualche modo utilizzati dall'uomo (anche solo il passaggio di mandrie al pascolo li allontana). Il cinghiale e il capriolo sono comunque specie meno esigenti,

I sottopassi faunistici possono essere a sezione circolare o quadrata (si veda a titolo di esempio le figure seguenti).

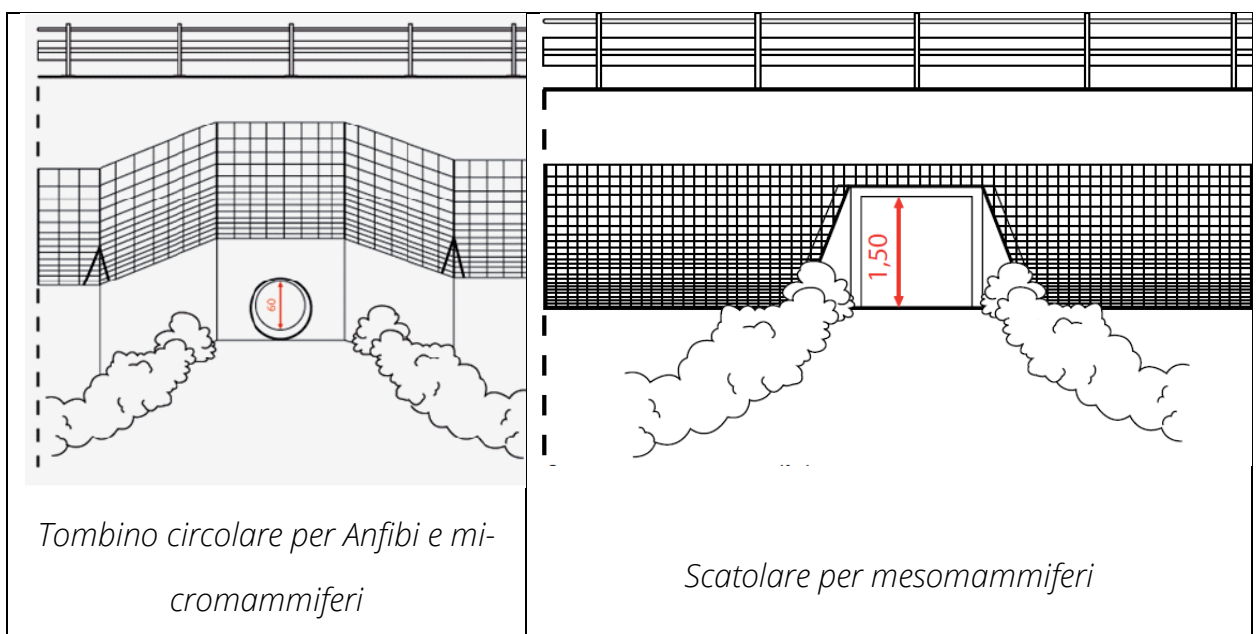


Figura 10 - Esempi di sottopassi faunistici

Nella progettazione di sottopassi è necessario tener presenti alcuni parametri come l'altezza e la larghezza minime e l'indice di apertura relativa, dato dalla larghezza (ampiezza) per l'altezza diviso la lunghezza ($A \cdot H/L$), utile soprattutto nel caso in cui l'ampiezza della strada da attraversare fosse molto estesa. L'indice di apertura relativa deve essere generalmente $> 1,5$, mentre l'altezza e l'ampiezza consigliate variano da specie a specie.

Nell'ambito del Progetto di adeguamento della SS.372 la scelta dei tombini idonei per il passaggio della fauna è stata condotta ponendo particolare attenzione alle aree a verde poste in prossimità degli imbocchi e nella creazione di un "continuum" con le zone boscate o cespugliate presenti nelle vicinanze. Compatibilmente con le esigenze tecnico - progettuali, l'individuazione dei tombini a finalità faunistiche è stata effettuata sulla base della conoscenza del contesto territoriale, della presenza di corridoi ecologici e di ambiti di vegetazione naturale localizzati ai lati dell'infrastruttura. Tali passaggi si ritengono ben distribuiti lungo il tracciato della SS.372, anche considerando che il tracciato stesso è costituito da una buona permeabilità per la fauna vista la presenza dei numerosi viadotti.

Per l'opera in progetto, al fine di garantire la permeabilità del tracciato stradale, si è ritenuto opportuno scegliere nella maggior parte dei casi tombini idraulici da adeguare e alcuni viadotti su cui indirizzare gli animali verso punti di attraversamento sicuro anche con la predisposizione di siepi di invito (vedi tabella seguente).

Sottopassi faunistici		
Localizzazione Km	Opere (tombini/viadotti)	Dimensioni m
10+400 -10+420	VI19	16,50
11+660 -11+680	TO05	4X2,5

13+340 - 13+360	TO41	5X4
14+380 -14+400	TO08	6X2,50
14+960	TO10	4X2
16+200 - 16+220	TO13	5,50X4
17+400 - 17+420	TO15	4X4
18+280 - 18+300	VI21	40
20+820	VI22	30
21+620	TO22	4X2
22+480	VI23	50
23+320 - 23+340	TO26	6X3
26+960	TO27	4X3
27+140	TO28	2,5X2
31+000	TO34	4X4

Tenendo conto della fauna presente nel territorio, caratterizzata essenzialmente da specie di piccola e media taglia (anfibi, piccoli mammiferi, mesomammiferi), si ritengono idonei ai passaggi faunistici sia i tombini che i viadotti di progetto.

Per quanto riguarda i tombini scatolari idraulici, essi sono strutture destinate al drenaggio delle acque di ruscellamento. Per il loro adattamento quali passaggi faunistici, si prevede di rimuovere ogni substrato metallico dalla superficie di calpestio, di ampliare al massimo la base del tombino, e di conservare frange laterali che si mantengano asciutte durante la maggior parte del tempo.

Inoltre, all'interno degli scatolari adattati per il passaggio faunistico, sono previste due tipologie di camminamento:

- con camminamento asciutto
- con passerella sospesa (lasciando almeno 40-50cm tra la passerella e l'intradosso dello scatolare).

Il camminamento asciutto prevede di canalizzare l'acqua su di un lato lasciando una banchina laterale che delimiti la gaveta per la continuità idraulica; in alternativa sarà realizzata una passerella di cemento o di legno che resti sopraelevata rispetto al livello di base della struttura in funzione della portata circolante nello scatolare. In quest'ultimo caso saranno costruite delle rampe all'ingresso dello scatolare che conducano gli animali alle passerelle.

Siepe di invito al sottopasso faunistico

I passaggi faunistici necessitano spesso di piccole aree circostanti ricche in vegetazione arborea e arbustiva che celino il passaggio allo sguardo umano e lo rendano di difficile raggiungimento, magari anche mediante arbusti spinosi, ma creino per la fauna selvatica una specie di "cono di invito", ricco in specie eduli.

La rivegetazione dei varchi gioca un ruolo fondamentale in questi contesti, considerato che gli impianti a verde, oltre a servire per indirizzare gli animali verso l'imbocco del passaggio, possono anche svolgere altre funzioni, come la creazione di barriere vegetali per impedire la visione dei veicoli od obbligare uccelli e pipistrelli ad elevare l'altezza del volo per prevenire collisioni. L'allineamento della vegetazione in direzione dell'ingresso contribuisce ad orientare gli animali fino al passaggio.

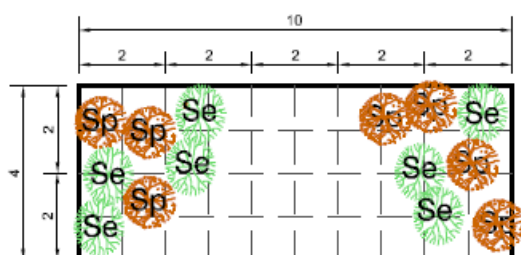
L'impianto dovrà essere denso da entrambi i lati dell'apertura, in modo che gli animali possano sentirsi protetti nel loro tragitto d'avvicinamento al passaggio. Davanti all'entrata occorre invece lasciare uno spazio assolutamente privo di vegetazione per consentire l'entrata di luce nel passaggio e permettere una buona osservazione dell'intorno.

Per il progetto in esame, soltanto nel caso dei tombini idraulici, è stato previsto l'inserimento ad hoc di una "sieve di invito" con le finalità sopra descritte, che oltre a favorire l'ingresso della fauna locale, garantisce la funzionalità dei corridoi ecologici.

La tipologia di impianto:

F) Siepe arbustiva di invito a carattere igrofilo

Prevede un raggruppamento a carattere igrofilo composto da salice delle rive (*Salix eleagnos*) e salice rosso (*Salix purpurea*).



ARBUSTI (n.14 piante ogni 40 mq)			SUPERFICIE SESTO D'IMPIANTO	N. ESSENZE
Se	SALICE DELLE RIVE	<i>Salix eleagnos</i>	40 mq	7
Sp	SALICE ROSSO	<i>Salix purpurea</i>		7

 Inerbimento

Figure 11 - Sesto di impianto F siepe arbustiva a carattere igrofilo

15.5.4 ALTRI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DELLA FAUNA

Oltre agli interventi per favorire la permeabilità faunistica, è opportuno l'inserimento di recinzioni lungo la strada, laddove la vegetazione non consente un effetto barriera,, per ridurre il rischio di collisione della fauna con gli automezzi.

La recinzione dovrà essere realizzata per impedire al maggior numero di animali di attraversare la strada, onde ridurre sia l'elevata mortalità per la fauna selvatica sia il rischio di incidenti stradali. Infatti le infrastrutture viarie costituiscono una importante causa di morte per diverse specie animali dalle più piccole come gli Anfibi (Rane, Rospi, ecc.) ed i micromammiferi (Riccio) alle più grandi come gli Ungulati (ad esempio il Cinghiale) ed i Carnivori (ad esempio la Volpe e altri canidi). La messa in opera di una opportuna recinzione, potrà mitigare tale impatto, almeno per la fauna terrestre, che sarà "invitata" ad usare gli attraversamenti previsti dal progetto (tombini, ponti, sottopassi, ecc.).

La recinzione è costituita da una rete metallica alta almeno 1 metro da terra sostenuta da appositi sostegni con una maglia larga 5 x 5 cm. La rete dovrà essere inoltre interrata per almeno 20-30 centimetri per evitare lo scalzamento da parte degli animali scavatori. Questa tipologia, atta a ridurre l'attraversamento delle specie animali di maggiori dimensioni presenti nel territorio, dovrà essere necessariamente posizionata prima e dopo gli inviti dei sottopassi.

Per evitare l'attraversamento della fauna minore come i micromammiferi ed in particolar modo degli Anfibi, dovrà essere sovrapposta una rete a maglia più stretta (1 x 1 cm) nella parte inferiore della recinzione (per i primi 20-30 cm in altezza).

Anche le barriere antirumore possono essere utili allo scopo. Di seguito si riporta la tabella con l'elenco delle barriere, la localizzazione e le dimensioni.

Tabella barriere antirumore

	LATO	DAL Km	AL Km	LUNGHEZZA	ALTEZZA	RECETTORI	NOTE
BAR01	SX	0+150	0+290	140	3	R4 R5	
BAR02	SX	0+365	0+560	195	3	R11 R12	
BAR03	SX	0+715	1+185	470	4	R16 R20 R21 R24	
BAR04	SX	1+490	1+845	355	3	R30 R31 R33 R37	
BAR05	DX	1+555	1+845	290	3	R34 R35 R36	
BAR06	DX	4+820	4+940	120	3	R49	
BAR07	SX	4+940	5+020	80	3	R53	
BAR08	DX	5+465	5+520	55	3	R62	
BAR09	SX	8+460	8+570	110	3	R76	
BAR10	DX	11+275	11+425	150	3	R79	PARZIALMENTE SU RAMPA
BAR11	SX	13+850	13+970	120	3	R83	
BAR12	DX	15+630	15+710	80	3	R93	
BAR13	DX	18+890	19+010	120	4	R104	
BAR14	DX	19+140	19+240	100	3	R105	
BAR15	DX	21+760	22+020	270 °	3	R117 R118	°CON RIENTRANZA
BAR16	SX	24+525	24+660	140°	3	R125	BARRIERA PARZIAL- MENTE SU PARATIA CON RIENTRANZA
BAR17	DX	29+010	29+120	120	5	R133	BARRIERA POSIZIO- NATA SU PARATIA
BAR18	DX	30+770	30+910	140	3	R137	BARRIERA PARZIAL- MENTE SU PARATIA
BAR19	DX	33+615	33+810	195	3	R149 R150	

15.6 INTERVENTI IN AMBITO AGRICOLO

Nella fase di cantiere del progetto in studio i suoli occupati temporaneamente si inseriscono in un contesto di tipo agricolo; al termine delle lavorazioni le aree verranno

ripristinate allo "status quo ante operam". I terreni da restituire agli usi agricoli, se risultano compattati durante la fase di cantiere, devono essere lavorati prima della ristrutturazione degli orizzonti rimossi.

Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere:

Nelle aree di cantiere dismesse è previsto il tipologico **H) Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere**

Gli strati più superficiali del suolo presentano caratteristiche idonee per lo sviluppo della vegetazione; durante la fase di costruzione si dovrà conservare tale strato superficiale accantonandolo in luogo idoneo senza compattarlo e bagnandolo periodicamente. Il riutilizzo del suolo vegetale originario consentirà di ridurre i tempi di ripresa della vegetazione erbacea garantendo un migliore ripristino dell'area interessata dalle attività. Tale prescrizione deve essere adottata ogni qual volta si vengano a creare nuove superfici con terreno denudato. Si prevede la semina di specie erbacee come da tipologia "Inerbimento".

Inerbimento delle aree intercluse

Nelle aree intercluse è previsto il tipologico **I) Inerbimento delle aree intercluse**

L'intervento previsto nelle aree intercluse prevede la semina di specie erbacee come da tipologia "Inerbimento"

Recupero dei suoli e inerbimento dei tratti in dismissione

Nei tratti in dismissione è previsto il tipologico **L) Recupero dei suoli e inerbimento dei tratti in dismissione**

Gli strati più superficiali del suolo presentano caratteristiche idonee per lo sviluppo della vegetazione; durante la fase di costruzione si dovrà conservare tale strato superficiale accantonandolo in luogo idoneo senza compattarlo e bagnandolo periodicamente. Il riutilizzo del suolo vegetale originario consentirà di ridurre i tempi di ripresa della

vegetazione erbacea garantendo un migliore ripristino dell'area interessata alle attività. Tale prescrizione deve essere adottata ogni qual volta si vengano a creare nuove superfici con terreno denudato. La semina di specie erbacee sarà realizzata come da tipologia "Inerbimento"

15.7 INTERVENTI DI INSERIMENTO CROMATICO DELLE OPERE PRINCIPALI

Sono previsti alcuni interventi di "cura" della percezione degli elementi costruiti dove si rivela impossibile il mascheramento con elementi vegetali, in modo che questi risultino comunque il più compatibili possibile con il paesaggio circostante.

Sono previsti inoltre analoghi interventi sugli elementi per il controllo del rumore e quelli per la dissuasione del passaggio della fauna.

Mentre le vasche di raccolta del deflusso delle acque piovane non richiedono alcun intervento di inserimento cromatico poiché secondo le indicazioni dei progettisti sono interrate e non visibili.

Si ricorda che il tratto di infrastruttura in esame presenta due manufatti di grandi dimensioni visibili ad un'analisi percettiva alla scala del paesaggio. Si tratta in particolare del viadotto V113 che attraversa il fondovalle del fiume Volturno e del viadotto V116, sul fiume Tiverno.

Per la realizzazione di questi viadotti si prevedono impalcati di tipo misto acciaio-calcestruzzo. Le tipologie si differenziano per altezza e numero di travi strettamente necessarie per il rispetto dei vincoli di tipo stradale (franco stradale minimo 5 m) e idraulici (franco idraulico minimo 1.50 m per la piena con periodo di ritorno 200 anni). Un ulteriore criterio di progetto è la scelta della tipologia dei trasversi che sono di tipo a sezione a parete piena (profilo ad "I") per impalcati di luce minore, mentre per luci maggiori si

adottano diagonali con profili ad "L" accoppiati. Per tutte le tipologie si adottano controventi a "L" di piano inferiori e superiori a collegamento delle flange delle travi

Al fine di limitare l'impatto visivo di tutti i manufatti si prevede di adottare precauzioni per un mascheramento ottimale degli stessi, nel rispetto delle esigenze costruttive e strutturali.

A questo proposito si prevedono diverse tipologie di intervento:

- **mascheramento di tipo cromatico** degli elementi costruttivi, per esempio nel caso dei piloni dei viadotti, e delle altre componenti previste dall'intervento, come la struttura in acciaio che poggia sui piloni e il *guard rail*;
- **mascheramento di tipo cromatico delle barriere acustiche**
- scelta di **recinzione per la salvaguardia della fauna** permeabile dal punto di vista visivo e mascheramento cromatico.

Sul resto del tracciato si prevede invece di intervenire sulla scelta dei materiali o sulle opere di mitigazione così come progettate, e già descritte nei paragrafi precedenti, in modo da limitare il più possibile gli impatti e la percezione dell'intervento e consentirne il migliore inserimento paesaggistico e ambientale attraverso la piantagione di vegetazione di schermatura, e il ripristino delle superfici vegetate perdute in fase di cantiere, con il potenziamento della componente vegetale locale con specie autoctone del paesaggio naturale.

Viadotti

Aspetto essenziale che riguarda la percezione visiva della nuova opera nel contesto del paesaggio è dunque quello del mascheramento di tipo cromatico dei viadotti.

Di seguito le indicazioni progettuali per indirizzare tale attività.

I criteri di definizione cromatica proposti rappresentano elaborazioni metodologiche ri-feribili alle esperienze dei "Piani del Colore" riguardanti le problematiche del recupero e del riuso dei centri storici e dello spazio urbano.

Dal punto di vista operativo sono stati affrontati, a partire dalle riprese fotografiche del paesaggio che accoglierà l'infrastruttura, rilevamenti cromatici finalizzati a definire le componenti quantitativamente più rilevanti del paesaggio che costituiscono la base dei colori prevalenti del contesto paesaggistico-ambientale nel quale si inserirà l'infrastruttura.

Si sono dunque individuate quelle componenti del paesaggio che più delle altre conno-tano il territorio dal punto di vista cromatico. In particolare, si tratta in massima parte di aree agricole la cui consistenza cromatica è determinata dal colore della vegetazione naturale presente soprattutto lungo i corsi d'acqua e lungo il tracciato stradale che si prevede di integrare lungo tutti i rilevati dell'infrastruttura nell'ambito del progetto di mitigazione.

Di conseguenza sono state scelte le fasce cromatiche che potessero meglio riprodurre tali caratteri.

Si riporta di seguito la gamma cromatica di riferimento individuata dei verdi della vege-tazione naturale.

6000 Verde patina	6001 Verde smeraldo	6002 Verde foglia	6003 Verde oliva	6004 Verde bluastro	6005 Verde muschio	6006 Oliva grigiastro	6007 Verde bottiglia
6008 Verde brunastro	6009 Verde abete	6010 Verde erba	6011 Verde reseda	6012 Verde nerastro	6013 Verde canna	6014 Oliva giallastro	6015 Oliva nerastro
6016 Verde turchese	6017 Verde maggio	6018 Verde giallastro	6019 Verde biancastro	6020 Verde cromo	6021 Verde pallido	6022 Oliva brunastro	6024 Verde traffico
6025 Verde felce	6026 Verde opale	6027 Verde chiaro	6028 Verde pino	6029 Verde menta	6032 Verde segnale	6033 Turchese menta	6034 Turchese pastello

Tabella gamma RAL dei verdi

Una volta definita la gamma cromatica si sono individuati i punti di colore che si propone di attribuire ai **due nuovi viadotti** oggetto del progetto di inserimento paesaggistico tenendo anche conto delle tipologie di vegetazione presenti e della vegetazione naturale prevista per la mitigazione ambientale lungo il rilevato, a macchia sempreverde (verdi più scuri), nei tratti più distanti dai corsi d'acqua, e a vegetazione arborea e arbustiva nei pressi dei corsi d'acqua (verdi grigi).

A partire dalla tabella si sono dunque individuati tre colori applicabili alle strutture di ogni viadotto:

Viadotto sul Titerno: RAL 6002 – verde foglia, associabile alla macchia, RAL 6010 – verde erba, verde più chiaro, associabile alla vegetazione erbacea e dei piccoli arbusti, RAL 6011 o 6021 – verde reseda o verde pallido, verdi grigiastri, corrispondenti alla vegetazione ripariale;

Viadotto sul Volturno: RAL 6002 – verde foglia, associabile alla macchia, RAL 6011 o 6021 – verde reseda o verde pallido, verdi grigiastri, corrispondenti alla vegetazione ripariale, RAL 6017 – verde maggio, verde più chiaro, della vegetazione arborea dai colori più luminosi;

Al fine di rendere le strutture meno visibili e evitare un unico tono cromatico su superfici di grande dimensione si potrebbe anche immaginare di colorarle con una miscela dei vari colori.

Di seguito si riportano i due fotoinserti realizzati con i relativi colori scelti per l'inserimento cromatico il primo riguardante il viadotto sul Titerno mentre il secondo riguarda una vista del viadotto sul Volturno presa dalla sede stradale, al fine di mostrare l'importanza della cura del cromatismo anche di elementi come il *guard rail*.



Viadotto sul fiume Titerno sulla sinistra in foto (direzione ovest), vista *Ante operam*.



Viadotto sul fiume Titerno sulla sinistra in foto (direzione ovest), vista *Post operam* (compresi gli interventi di mitigazione ambientale) e cromatismi



Viadotto sul fiume Volturno (vista dalla sede stradale), vista *Ante operam*.



Viadotto sul fiume Volturno (vista dalla sede stradale), vista *Post operam* (compresi gli interventi di mitigazione ambientale) e cromatismi.

A seguire le prove di inserimento cromatico con l'applicazione alle strutture dei due via-
dotti dei diversi colori scelti

Prove di inserimento cromatico per il viadotto sul fiume Titerno.





Prove di inserimento cromatico per il viadotto sul fiume Volturno.





Si riporta inoltre una tabella sintetica delle proposte cromatiche su esposte, con i relativi codici RAL, in modo da costituire un primo riferimento operativo di massima che tuttavia si ricorda di verificare e valutare ulteriormente *in situ*.

RAL 6002	verde foglia
RAL 6010	erba
RAL 6011	verde reseda
RAL 6017	verde maggio

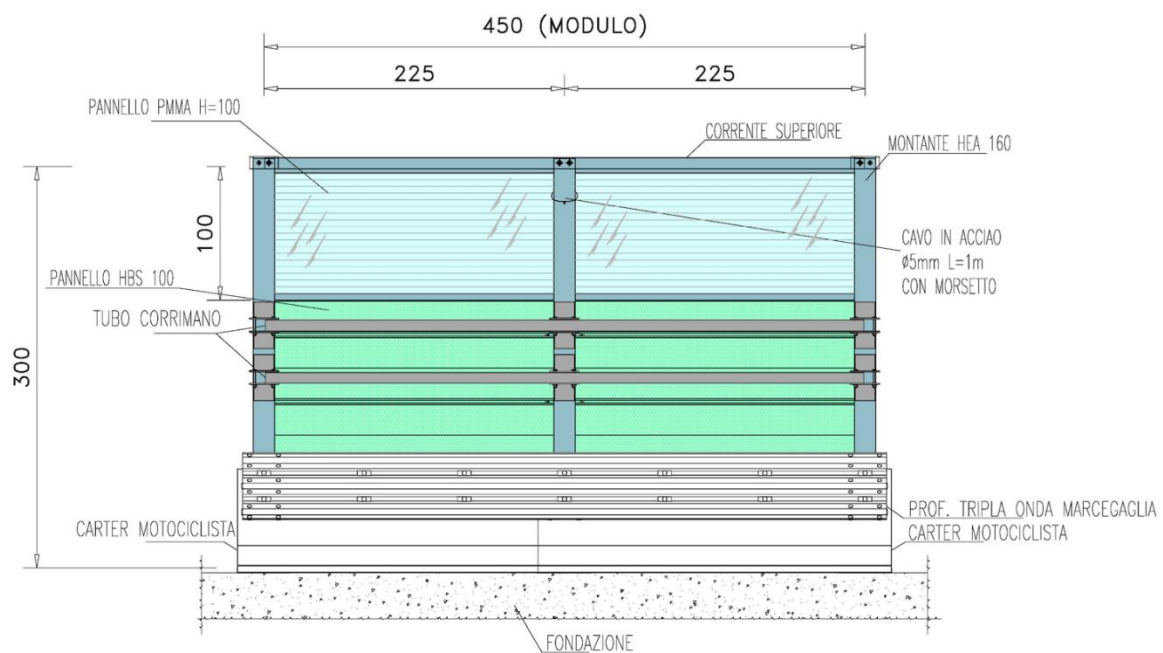
Si ricorda infatti che l'individuazione e la scelta dei colori proposti si è basata su fotografie realizzate a distanza, andranno in ogni caso verificati in fase di progettazione esecutiva e di cantiere, analizzando eventuali variazioni rispetto al colore proposto in funzione del reale contesto di riferimento e della sensibilità paesaggistica dell'area, tenendo anche conto anche delle variazioni cromatiche del paesaggio nelle quattro stagioni.

Tra l'altro si segnala che i punti di colore individuati, al fine di evitare l'uso di toni troppo forti che accentuino la presenza del manufatto nel paesaggio, potrebbero richiedere una opportuna saturazione del colore con una percentuale da valutare di grigio.

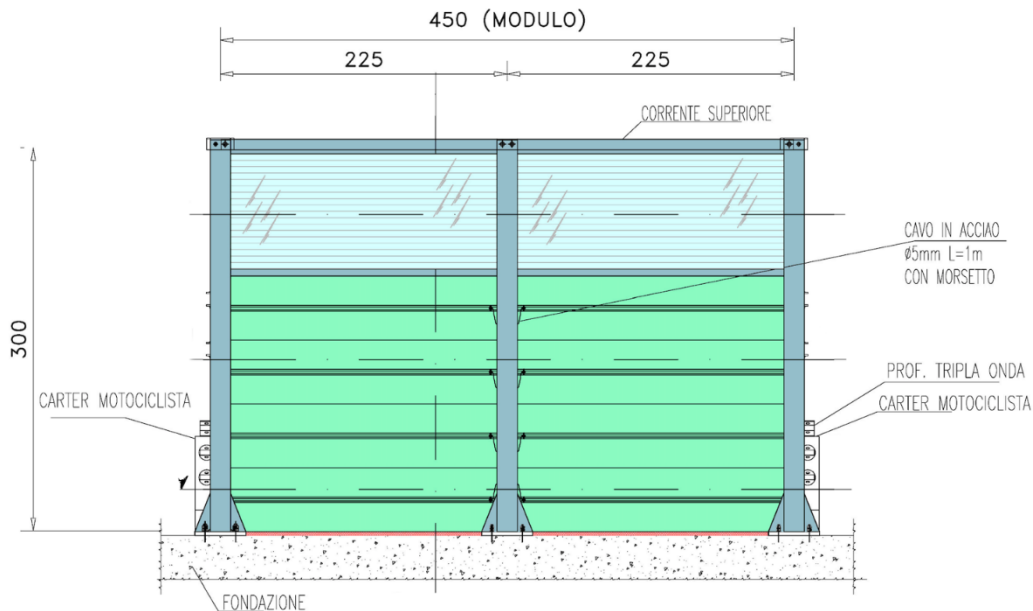
Ulteriore motivo per una valutazione delle scelte cromatiche in fase esecutiva e di cantiere si basa sul fatto che la rappresentazione dei colori RAL riportata è da considerarsi approssimativa a causa delle problematiche di riproduzione da video, e comunque in formato digitale, della scala dei colori. Per una riproduzione esatta e una verifica puntuale dei colori è consigliabile sempre fare riferimento ad una cartella RAL originale.

Barriere acustiche

Ulteriore aspetto da curare dal punto di vista cromatico è quello delle **barriere acustiche** previste lungo l'infrastruttura che dovranno essere come da progetto il più possibile permeabili dal punto di vista visivo e dunque in struttura metallica e pannelli leggeri di altezza di 3 m, come di seguito rappresentato, con i pannelli alti (tra 2 e 3 m) trasparenti.



Prospetto interno del modulo della barriera per la salvaguardia della fauna.



Prospetto esterno del modulo della barriera per la salvaguardia della fauna.

Anche questa sarà oggetto di una finitura colorata verniciata, come illustrato nel caso dei manufatti dell'infrastruttura.

In particolare, si propone di adottare i cromatismi della vegetazione naturale come di seguito riportato, che si ricorda di verificare e valutare *in situ*.

 <p>RAL 6002</p>	<p>verde foglia</p>
 <p>RAL 6017</p>	<p>verde maggio</p>

6

Le barriere antirumore sono posizionate lungo l'infrastruttura, parallelamente ad essa, e di conseguenza sono circondate dalla vegetazione esistente e da quella prevista dal progetto di inserimento ambientale.

Di seguito su una vista da foto aerea di una barriera tipo.



Barriera n. 02 e sulla sinistra (Ovest, direzione Caianello) un tratto della barriera n.01.

Reti antintrusione per la fauna

Ulteriore aspetto da curare dal punto di vista paesaggistico e cromatico è quello delle **reti di dissuasione della fauna** che sono previste in alcuni tratti dell'infrastruttura, in modo particolare prima e dopo i sottopassi. Tali reti dovranno essere come da progetto permeabili dal punto di vista visivo e dunque in rete metallica alta almeno 1 metro da terra. Anche queste potrebbero essere verniciate o meglio realizzate in acciaio COR-TEN.

In generale, come alternativa alla verniciatura con cromatismi RAL, si potrebbe pensare di realizzare i manufatti in metallo (*guard rail* e struttura delle barriere di protezione antirumore) in acciaio COR-TEN (*CORrosion resistance, TENsile strength*), speciale acciaio patinabile, al fine di ottenere un effetto color ruggine che molto bene si associa con i colori verde e della terra del contesto e garantisce la durata nel tempo del cromatismo e della struttura grazie alle caratteristiche specifiche del materiale che si autoprottegge nel tempo mediante la formazione della caratteristica patina superficiale passivante formata da ossidi che ne rallenta la corrosione e ne riduce l'esigenza di manutenzione.



Campione di acciaio COR-TEN.

15.8 COMPUTO SPECIE UTILIZZATE NEGLI INTERVENTI


FUNZIONE GENERALE	CODICE INTERVENTO	TIPO INTERVENTO	FUNZIONE SPECIFICA	DESCRIZIONE	OPERE INTERESSATE	SUPERFICIE COMPLESSIVA	QUANTITA' PIANTE
PAESAGGISTICA		Arbusteti in corrispondenza di rilevati e trinocce	Consolidamento	Intervento di consolidamento dei tratti in rilevato e valorizzazione paesaggistica	Trinocce/ Rilevati	328.189	49.228
		Filare arboreo-arbustivo	Mascheramento visivo	Schermo o filtro per mascherare i rilevati e i muri di sostegno	Rilevati/Muri	7.146	643
		Prato cespugliato	Estetica/ Ornamentale	Intervento di arredo in corrispondenza delle rotonde e degli svincoli, nel rispetto della visibilità	Svincoli	42.770	3.415
		Cespuglieto arborato	Estetica/ Ornamentale	Intervento di arredo in corrispondenza delle rotonde e degli svincoli, nel rispetto della visibilità	Svincoli	49805	4.480
		Inerbimento dei rilevati	Stabilizzazione suolo	Protezione e consolidamento delle scarpate dove non è prevista la piantumazione di essenze arboree e arbustive	Rilevati	-	-
NATURALISTICA		Formazione arbustiva a carattere igrofilo	Ripristino ecologico	Potenziamento della vegetazione igrofila in corrispondenza delle fasce ripariali dei corsi d'acqua interferiti dal tracciato	Viadotti/Ponti	8.477	1.413
		Formazione arboreo - arbustiva a carattere igrofilo	Ripristino ecologico	Potenziamento della vegetazione igrofila in corrispondenza delle fasce ripariali dei corsi d'acqua interferiti dal tracciato	Viadotti/Ponti	12.563,00	1.382
		Mantello arbustivo di ricucitura con i consorzi caducifoglie	Ripristino ecologico	Predisposizione di un arbusteto per favorire la ricucitura con la vegetazione esistente	Rilevati/ Trinocce	44.883	5.685
FAUNISTICA		Siepe arbustiva di invito a carattere igrofilo	Funzionalità dei corridoi ecologici	Predisposizione di siepi di invito per favorire l'ingresso da parte della fauna	Tombini idraulici	640,00	224
		Sottopasso faunistico	Permeabilità faunistica	Individuazione dei varchi idonei per il passaggio della fauna	Tombini idraulici e poderali	-	-
AGRICOLA		Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere	Ripristino ante - operam	Ripristino della fertilità del terreno mediante semina di leguminose e sovescio, per restituirlo alla funzione agricola	Cantieri	224.015	-
		Inerbimento delle aree intercluse	Recupero suolo e costituzione cotico erboso	Ripristino dei suoli mediante miscuglio di specie erbacee di Leguminose e Graminacee	-	5.730	-
		Recupero dei suoli e inerbimento dei tratti in dismissione	Recupero suolo e costituzione cotico erboso	Ripristino dei suoli	-	34.202	-

Tabella riepilogativa computo specie per tipologia di intervento

15.9 METODO DI LAVORAZIONE DEL TERRENO

La lavorazione prevederà due fasi successive:

- la ripuntatura, lavorazione principale di preparazione che ottiene l'effetto di smuovere ed arieggiare il terreno, senza mescolare gli strati del suolo;

- la fresatura che consiste nello sminuzzamento del terreno e viene effettuata con strumenti di lavoro con corpo lavorante a rotore orizzontale dotato di utensili elastici, viene impiegata per evitare la formazione della suola di lavorazione, che potrebbe costituire un fattore limitante nell'approfondimento delle radici delle specie coltivate.

Dopo la ristrutturazione finale degli strati superficiali, verrà quindi effettuata una fresatura leggera in superficie. Se la stagione dell'intervento lo consente è opportuno quindi procedere alla immediata semina di un erbaio da sovescio (le radici delle leguminose svolgono un'importante funzione miglioratrice grazie al processo di azotofissazione che rende disponibili nel terreno consistenti quantità di azoto). Il terreno dei cantieri viene quindi restituito ai conduttori dei fondi come erbai da sovescio.

Durante la fase di cantierizzazione, al fine di preservare la risorsa pedologica, verrà posta particolare attenzione alle operazioni di scotico, accantonamento e conservazione del terreno vegetale (lo strato umifero, ricco di sostanza organica) preliminarmente alla realizzazione dell'opera, per tutto il tempo necessario fino al termine dei lavori, allo smantellamento delle aree di cantiere, al fine di un suo riutilizzo per i successivi ripristini ambientali.

In quelle aree dove sono previsti interventi di mitigazione con opere a verde, risulta di particolare importanza la disponibilità di discreti quantitativi di humus, per cui risulta di grande utilità l'impiego dello strato superficiale di suolo che si trova in posto, il quale, per tale scopo, deve essere preventivamente accantonato.

Durante le operazioni di scotico si avrà cura di tenere separati gli strati superiori del suolo, da quelli inferiori e si provvederà quindi a dei saggi preliminari che consentano di

individuare il limite inferiore dello strato da asportare, evitando il rimescolamento dello strato fertile con quelli inferiori a prevalente frazione di inerti.

Lo scotico verrà eseguito preferibilmente in assenza di precipitazioni, al fine di diminuire gli effetti di compattazione nell'intorno dell'area di lavoro; lo strato che verrà prelevato avrà spessore variabile a seconda delle caratteristiche pedologiche del suolo in ogni sito.

Lo scotico verrà effettuato in modo che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti e con deposito e accumulo laterale.

La scelta del sito in cui prevedere l'accantonamento delle terre di scotico idonee al successivo reimpiego, è stata effettuata tenendo conto delle scelte logistiche relative alla cantierizzazione dell'opera e della localizzazione dei cantieri fissi e delle aree di deposito.

Qualora la stratigrafia del suolo presenti diversi orizzonti fertili, questi saranno asportati e accantonati separatamente e, allo stesso modo, saranno ridistesi separatamente a partire da quello più profondo.

Qualora durante le attività di cantiere dovessero verificarsi episodi accidentali di inquinamento dei cumuli stoccati, è opportuno provvedere alla rimozione dei volumi interessati dall'inquinamento e alla loro bonifica mediante idonee tecnologie. Preliminarmente alla stesura del terreno di scotico negli interventi di ripristino, sarà necessario intervenire con opportune lavorazioni del terreno; si procederà con una rippatura profonda nel caso di ripristino con interventi di rinaturalizzazione per poter favorire l'arieggiamento del terreno.

15.10 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E VALUTAZIONE SOTTRAZIONE DI SUOLO PER OPERE DI CANTIERE

Si riportano nel seguito alcune indicazioni per l'esecuzione dei lavori relativamente al recupero ed alla posa in opera del terreno vegetale ed alle operazioni di inerbimento e di piantumazione.

Recupero e posa in opera di terreno vegetale

Nel corso dei lavori sarà opportuno rimuovere lo strato superficiale del suolo delle aree interessate seguendo le indicazioni riportate in seguito:

- lo spessore del terreno vegetale da asportare va riconosciuto prima dello scotico con idonei scavi di assaggio e sarà di circa 20 cm
- tutte le operazioni relative ai movimenti del terreno vegetale devono avvenire con tempo non piovoso
- lo scotico deve essere effettuato in modo tale che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti e con deposito e accumulo laterale
- il terreno vegetale deve essere accumulato separatamente dal sottostante terreno minerale e questo, a sua volta, separatamente da altri materiali inerti (roccia, ghiaia, etc.). Per depositi di breve durata (al massimo un periodo di vegetazione) il deposito può avere un'altezza di 3 m con scarpate a pendenza naturale; per depositi di lunga durata (più di un periodo di vegetazione) il deposito non dovrà comunque superare i 2m di altezza per 6m di larghezza di base, in modo da non danneggiarne la struttura e la fertilità, e pendenza massima di 2:3; i cumuli saranno costituiti da strati di 25-30 cm. alternati a strati di paglia, torba o ramaglia e andranno annaffiati per impedirne la disseccazione

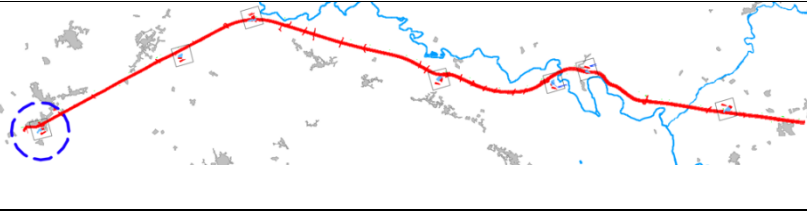

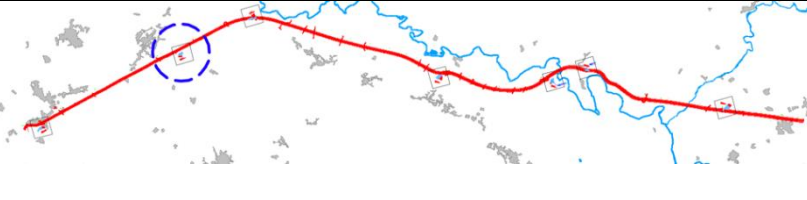
- in previsione di prolungati accumuli è consigliabile effettuare semine protettive periodiche con miscele di specie da sovescio onde evitare la dispersione del terreno e l'invasione delle infestanti ruderali
- il ricoprimento con terreno agrario dell'area avverrà con uno spessore di circa 40 cm nelle zone piane o a lieve pendenza che si ridurrà fino a circa 20 cm nelle scarpate
- avvenuta la messa in posto del terreno vegetale ed il suo consolidamento con le opere strutturali, le opere di idrosemina e piantagione devono seguire il più rapidamente possibile per evitare fenomeni di deterioramento e ruscellamento che possono annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza. In tal senso è buona norma che le ditte incaricate delle opere a verde procedano alla idrosemina e piantagione delle singole tratte mano a mano che le superfici di scarpata vengono abbandonate dall'impresa dei movimenti di terra


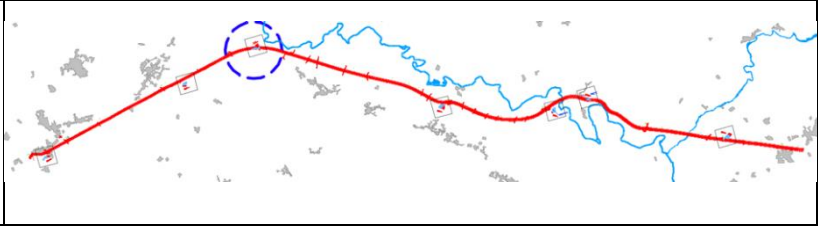
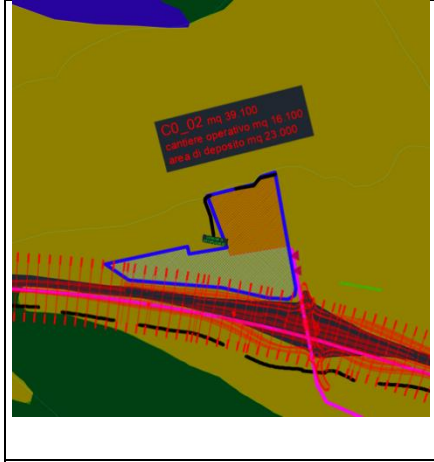
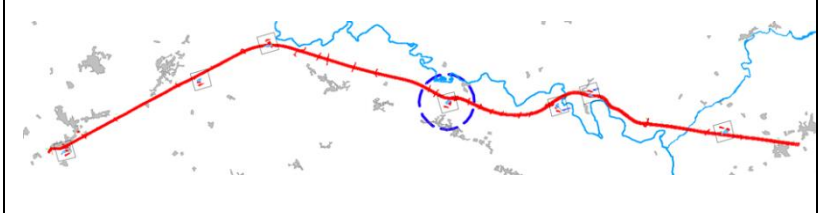
Per il contenimento delle erbe infestanti e per favorire condizioni di temperatura e umidità del suolo adatte allo sviluppo delle piante arboree ed arbustive è prevista intorno ad ogni albero ed arbusto, ad eccezione degli arbusti con densità d'impianto di 1/mq, una pacciamatura biodegradabile.





SCHEDE ANALISI AREE CANTIERE

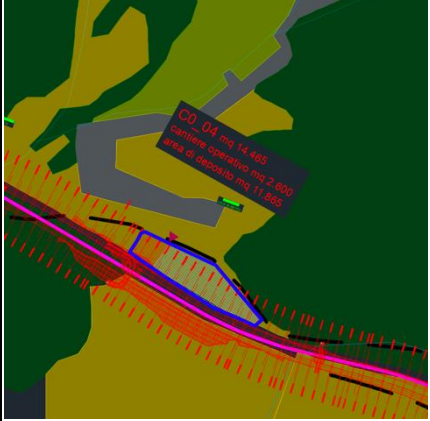
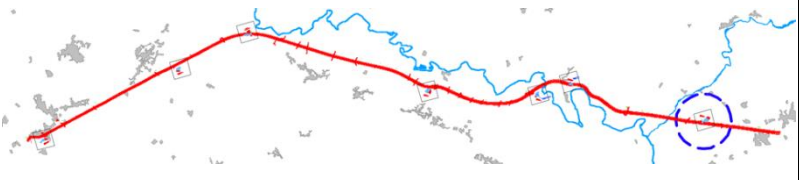

Sottrazione di suolo

In rosa e nero tratteggiato la viabilità di cantiere (su sede stradale esistente e su pista sterrata).

CANTIERE OPERATIVO	Superficie interessata per uso del suolo
SCHEDA 1 CO_01	
	<p>Area totale occupata dal cantiere = 23.500 mq Cantiere operativo = 4.800 mq Area di deposito = 18.700 mq</p> <p>Totale 23.500 mq (Cantiere operativo + Area di deposito) su Col- ture permanenti legnose (uliveti e vigneti)</p>
SCHEDA 2 CB_01	

	<p>Area totale occupata dal cantiere = 27.800 mq</p> <p>Cantiere base = 8.300 mq Cantiere di deposito = 19.500 mq</p> <p>Totale 27.800 mq su Seminato (colture erbacee)</p>
<p>SCHEDA 3 CO_02</p>	
	<p>Area totale occupata dal cantiere = 39.100 mq</p> <p>Cantiere operativo = 16.100 mq Area deposito = 23.000 mq</p> <p>Totale 39.100 mq (Cantiere operativo + Area deposito) su Semina- tivo (colture erbacee)</p>
<p>SCHEDA 4 CANTIERE BASE CB_02</p>	

 <p>CO_02 mq 43.600 cantiere base mq 13.000 cantiere di deposito mq 30.600</p>	<p>Area totale occupata dal cantiere = 43.600 mq</p> <p>Cantiere base = 13.000 mq Cantiere di deposito = 30.600 mq</p> <p>Totale 43.600 mq (Cantiere base + Cantiere di deposito) su Semi- nativo (colture erbacee)</p>
<p>SCHEDA 5 CANTIERE OPERATIVO CO_03</p>	
 <p>CO_03 mq 27.300 cantiere operativo mq 3.000 area di deposito mq 24.300</p>	<p>Area totale occupata dal cantiere = 27.300 mq</p> <p>Cantiere operativo = 3.000 mq Area di deposito = 24.300 mq</p> <p>Totale 27.300 mq (Cantiere operativo + Area deposito) su Semina- tivo (colture erbacee)</p>
<p>SCHEDA 6 CANTIERE OPERATIVO CO_04</p>	

	<p>Area totale occupata dal cantiere = 14.465 mq</p> <p>Cantiere operativo = 2.600 mq Area di deposito = 11.865 mq</p> <p>Totale 14.465 mq (Cantiere operativo + Area di deposito) su Semi- nativo (colture erbacee)</p>
<p>SCHEDA 7 CANTIERE OPERATIVO CB_03</p>	
	<p>Area totale occupata dal cantiere = 46.300 mq</p> <p>Cantiere base = 13.300 mq Cantiere di deposito = 33.000 mq</p> <p>Totale 46.300 mq (Cantiere base + Cantiere di deposito) su Semi- nativo (colture erbacee)</p>

Dalla tabella precedente si deduce che la realizzazione dei cantieri non determina sot-
 trazione di vegetazione naturale, ma saranno eliminate aree agricole caratterizzate so-
 prattutto da seminativi (198.565 mq) , con l'esclusione dell'area occupata dal cantiere
 operativo CO_01 dove saranno sottratti 23.500 mq di colture legnose, per le quali si
 dovrà prevedere il reimpianto (olivi) o nuovo impianto (viti) in altro sito

Tabella riepilogativa con computo terreno di scotico e terreno da reintegrare

	Superficie	Stato dei luoghi	Impatto	Terreno di scotico (20 cm)	Terreno da reintegrare (20 cm scotico + 20 cm ex novo)	Mitigazione
CO_01	Superficie totale 23.500 mq di cui: cantiere operativo 4.800 mq area di deposito 17.800 mq	Colture legnose	Sottrazione delle colture legnose 23.500 mq	4.700 mc	5.400 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere
CB_01	Superficie totale 27.800 mq di cui: cantiere base 8.300 mq area di deposito 19.500 mq	Colture erbacee	Sottrazione delle colture erbacee 27.800 mq	5.560 mc	11.120 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere
CO_02	Superficie totale 39.100 mq Di cui: cantiere operativo 16.100 mq area di deposito 23.000 mq	Colture erbacee	Sottrazione delle colture erbacee 39.000 mq	7.820 mc	15.640 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere
CB_02	Superficie totale 43.600 mq di cui: cantiere base 13.000 mq area di deposito 30.600 mq	Colture erbacee	Sottrazione delle colture erbacee 43.600 mq	8.720 mc	17.440 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere
CO_03	Superficie totale 27.300 mq di cui: cantiere operativo 3.000 mq area di deposito 24.300 mq	Colture erbacee	Sottrazione delle colture erbacee 27.300 mq	5.640 mc	10.920 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere
CO_04	Superficie totale 14.465 mq di cui: cantiere operativo 2.600 mq area di deposito 11.865 mq	Colture erbacee	Sottrazione delle colture erbacee 14.465 mq	2.893 mc	5.786 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere

CB_03	Superficie totale 46.300 mq di cui: cantiere operativo 13.300 mq area di deposito 33.000 mq	Colture erbacee	Sottrazione delle colture erbacee 46.300 mq	9.260 mc	18.520 mc	Tipologia H Ripristino dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere
-------	--	-----------------	---	----------	-----------	--

Trattamento di aree destinate ad inerbimento

Il rinverdimento delle superfici interessate dalle opere a verde risulta un preciso ed ineludibile input progettuale atto a garantire, oltre ad un irrinunciabile effetto consolidante, una migliore integrabilità paesaggistico-percettiva. La superficialità del trattamento consolidante (che può spingersi fino a profondità dell'ordine dei 20-40 cm) consente di ottenere un effetto temporaneo di rapida attivazione che, se ben realizzato, permette la protezione dell'area di intervento in tempi molto brevi. L'azione consolidante esercitata dagli apparati radicali di opportune specie vegetali che fissano e sostengono il terreno non è comunque da sottovalutare per quanto riguarda la capacità di contrastare fenomeni di erosione accelerata e di denudazione superficiale.

I terreni interessati dalla messa a dimora di specie vegetali con finalità consolidanti dovranno essere trattati con bassi quantitativi di concimi perché al crescere del contenuto in elementi nutritivi (ed anche dell'umidità) diminuisce la profondità di sviluppo degli apparati radicali a parità di specie piantumate.

L'effetto di consolidamento del terreno verrà completato sul lungo periodo dall'opera di pedogenizzazione operata da microrganismi e microflora che, decomponendo la sostanza organica derivante dai cicli vegetativi della soprastante copertura vegetale, formano degli aggregati stabili e determinano contemporaneamente anche un aumento della porosità (e quindi della permeabilità) dei suoli con conseguente riduzione del contenuto idrico e quindi delle forze neutre negli strati più superficiali del terreno. Un buon miscuglio è solitamente composto da graminacee (ad azione radicale superficiale) e da

leguminose (ad azione radicale profonda e con capacità di arricchimento del terreno in azoto). Oltre al miscuglio di sementi di specie erbacee o al fiorume è opportuno distribuire sia dei fertilizzanti, che dei prodotti correttivi delle proprietà chimiche (acidità) o fisiche (tessitura, permeabilità, igroscopicità) del terreno su cui si intende procedere all'inerbimento. Le operazioni di semina dovranno essere precedute dalla preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione di ciottoli presenti tramite rastrellatura. Parametri di dettaglio, quali la quantità e la qualità di miscela da distribuire e lo spessore dello strato da costituire sulle superfici di trattamento, dovranno essere definiti in funzione della natura del suolo nelle successive fasi progettuali.

Messa a dimora di arbusti ed alberi

Per quanto concerne la messa a dimora delle piantine (il cui apparato radicale dovrà in ogni caso essere proporzionato rispetto alle dimensioni della chioma) il periodo più idoneo è quello del riposo vegetativo; particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie, parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi, essiccamenti.

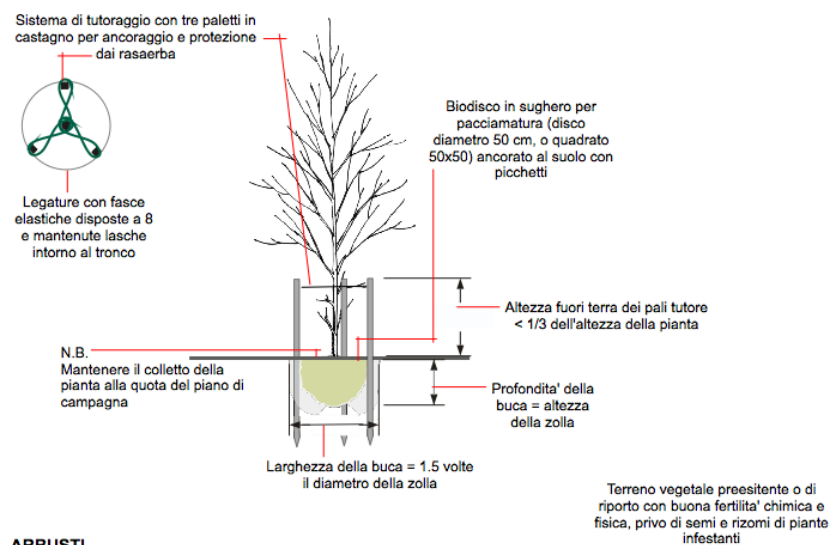
La messa a dimora degli arbusti comporta alcune operazioni complementari quali, naturalmente, lo scavo ed il successivo reinterro delle buche (o meglio della trincea) atte ad ospitare le piantine, la concimazione del terreno e la pacciamatura. L'apertura delle buche verrà eseguita a mano oppure tramite mezzi meccanici (quali trivelle, escavatori, etc.) a seconda delle dimensioni della pianta da mettere a dimora. In ogni caso, se necessario, una volta aperte le buche si dovrà provvedere a costituire uno strato di

materiale composto da ammendanti e fertilizzanti indicativamente in ragione massima di 0,5 kg/mc per ogni buca destinata ad alloggiare arbustive.

Le previste pratiche di concimazione vanno realizzate al fine di perseguire lo scopo di aiutare le piante nel periodo più difficile e cioè quello dell'attecchimento e potranno essere effettuate ricorrendo a sostanze chimiche o organiche. In fase di progettazione esecutiva un'analisi delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno fornirà utili elementi conoscitivi per poter valutare la tipologia di concimazione più idonea. Le piante andranno messe a dimora secondo i criteri indicati nella figura seguente.

CRITERI DI PIANTAGIONE DI ALBERI E ARBUSTI NELLE AREE INTERCLUSE NEGLI SVINCOLI

ALBERI



ARBUSTI

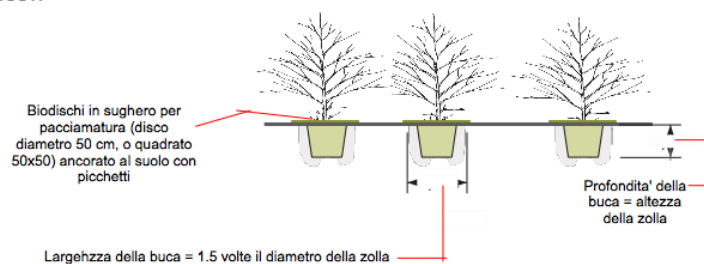


Figura 10 - Criteri di impianto di alberi e arbusti

16 ACUSTICA

16.1 LA METODOLOGIA DI STUDIO

Lo Studio di impatto acustico della infrastruttura ha tenuto conto delle principali normative di settore e delle peculiarità del territorio interessato dalla realizzazione dell'opera.

Mediante l'utilizzo di un idoneo software previsionale, Cadna-A, in grado di simulare la fase di esercizio finale, sono stati stimati i livelli acustici indotti nelle zone limitrofe dal traffico veicolare.

Lo studio ha permesso quindi di definire e studiare le conseguenze dell'ampliamento dell'infrastruttura sull'inquinamento acustico nel territorio circostante ed ha individuato i recettori con livelli di rumorosità superiori a quanto stabilito dalla normativa vigente.

I risultati ottenuti hanno quindi permesso di individuare le opere di mitigazione adatte a contenere, per i ricettori prossimi all'infrastruttura, gli effetti acustici entro i limiti previsti dalla normativa vigente.

Sintetizzando l'analisi acustica è stata condotta secondo i seguenti punti:

1. Analisi acustica del territorio interessato dal progetto e caratterizzazione dei ricettori: sono state effettuate indagini conoscitive dei luoghi procedendo all'individuazione dei ricettori prossimi all'infrastruttura.
2. Individuazione dei livelli sonori di riferimento: si è considerata, dai riferimenti normativi, una fascia di pertinenza acustica di ampiezza di 250 metri dal ciglio stradale (con divisione tra una prima fascia A di 100 metri, con limite di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni, ed una seconda fascia B di 150 metri, con limite di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni). All'esterno di tale fascia sono fatti salvi i ricettori sensibili per i quali lo studio ha considerato una fascia di 500m (con limiti di riferimento acustico di 50 dB(A) diurni e 40 dB(A) notturni). In accordo a quanto indicato nei testi normativi di riferimento, inoltre,

nei casi in cui vi sia la presenza contemporanea di altre infrastrutture il cui rumore possa essere ritenuto concorsuale alla infrastruttura viaria in oggetto, i limiti di riferimento subiscono una variazione tale da tenere conto della situazione peggiorativa, per i vari ricettori, determinata dalla compresenza di più sorgenti di rumore.

3. Modellazione acustica del territorio e caratterizzazione del clima acustico Ante Operam: per definire puntualmente i valori di clima acustico su tutti i ricettori nella situazione post operam e post mitigazione è stato necessario effettuare delle simulazioni mediante software specifico. Per questo tipo di analisi si è scelto il software di simulazione Cadna-A, tarato sulla base di indagini acustiche effettuate nell'ambito della progettazione. Con questo software di simulazione è stato possibile evidenziare su tutti i ricettori considerati l'andamento dei livelli sonori (sia di giorno che di notte) sulla facciata degli edifici per la situazione futura e tale rappresentazione ha costituito la base per la progettazione degli interventi antirumore. La metodologia utilizzata pertanto ha consentito di calcolare, per ciascun ricettore indagato, un livello equivalente diurno e notturno riferito al traffico medio giornaliero sulla rete stradale e verificare il rispetto dei limiti previsti della normativa di riferimento.

4. Caratterizzazione del clima acustico post operam e post mitigazione: lo scopo della metodologia utilizzata è quello di calcolare per ciascun recettore sensibile indagato un livello equivalente diurno ed uno notturno derivanti da traffico veicolare. A tale scopo sono state effettuate delle simulazioni per tutti i recettori censiti per i differenti piani costituenti gli edifici e, laddove si siano riscontrati esuberi rispetto ai limiti normativi, si sono effettuate ulteriori simulazioni con gli interventi di mitigazione. Per quanto riguarda i criteri di mitigazione è stato previsto di installare delle barriere acustiche da posizionarsi a bordo strada in corrispondenza dei recettori in cui si è stato stimato il superamento dei limiti.

16.2 RISULTATI DELLO STUDIO

Lo studio della situazione post operam ha evidenziato la presenza di diversi casi di superamento dei limiti previsti dalla normativa.

Si sono quindi svolte delle nuove simulazioni con lo scopo di abbattere i livelli eccedenti i limiti normativi quanto più possibile mediante l'interposizione di barriere acustiche.

In particolare, sono state previste le seguenti barriere:

	LATO	DAL Km	AL Km	LUNGHEZZA	ALTEZZA	RECETTORI	NOTE
BAR01	SX	0+150	0+290	140	3	R4 R5	
BAR02	SX	0+365	0+560	195	3	R11 R12	
BAR03	SX	0+715	1+185	470	4	R16 R20 R21 R24	
BAR04	SX	1+490	1+845	355	3	R30 R31 R33 R37	
BAR05	DX	1+555	1+845	290	3	R34 R35 R36	
BAR06	DX	4+820	4+940	120	3	R49	
BAR07	SX	4+940	5+020	80	3	R53	
BAR08	DX	5+465	5+520	55	3	R62	
BAR09	SX	8+460	8+570	110	3	R76	
BAR10	DX	11+275	11+425	150	3	R79	PARZIALMENTE SU RAMPA
BAR11	SX	13+850	13+970	120	3	R83	
BAR12	DX	15+630	15+710	80	3	R93	
BAR13	DX	18+890	19+010	120	4	R104	
BAR14	DX	19+140	19+240	100	3	R105	
BAR15	DX	21+760	22+020	270 °	3	R117 R118	°CON RIENTRANZA
BAR16	SX	24+525	24+660	140°	3	R125	BARRIERA PARZIAL- MENTE SU PARATIA CON RIENTRANZA
BAR17	DX	29+010	29+120	120	5	R133	BARRIERA POSIZIO- NATA SU PARATIA
BAR18	DX	30+770	30+910	140	3	R137	BARRIERA PARZIAL- MENTE SU PARATIA
BAR19	DX	33+615	33+810	195	3	R149 R150	

Sono state considerate barriere acustiche di tipo fonoassorbente con le caratteristiche spettrali riportate nella seguente tabella. Questo tipo di barriera è solitamente definita ad elevate prestazioni.

Barriera di tipo fonoassorbente con elevate prestazioni								
Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ass. Acustico	0.3	0.3	0.6	0.8	0.85	0.85	0.7	0.7

Caratteristiche spettrali delle barriere

Con l'inserimento delle barriere acustiche non risultano esserci più criticità.

Per il dettaglio dello studio si rimanda alla relazione specialistica.

17 VIBRAZIONI

17.1 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo Studio di impatto da vibrazioni della infrastruttura ha tenuto conto delle principali normative tecniche di settore mancando al momento in Italia una specifica legislazione di settore.

Si è ritenuto necessario valutare gli impatti vibrazionali collegati sia alla fase di realizzazione che di esercizio dell'opera.

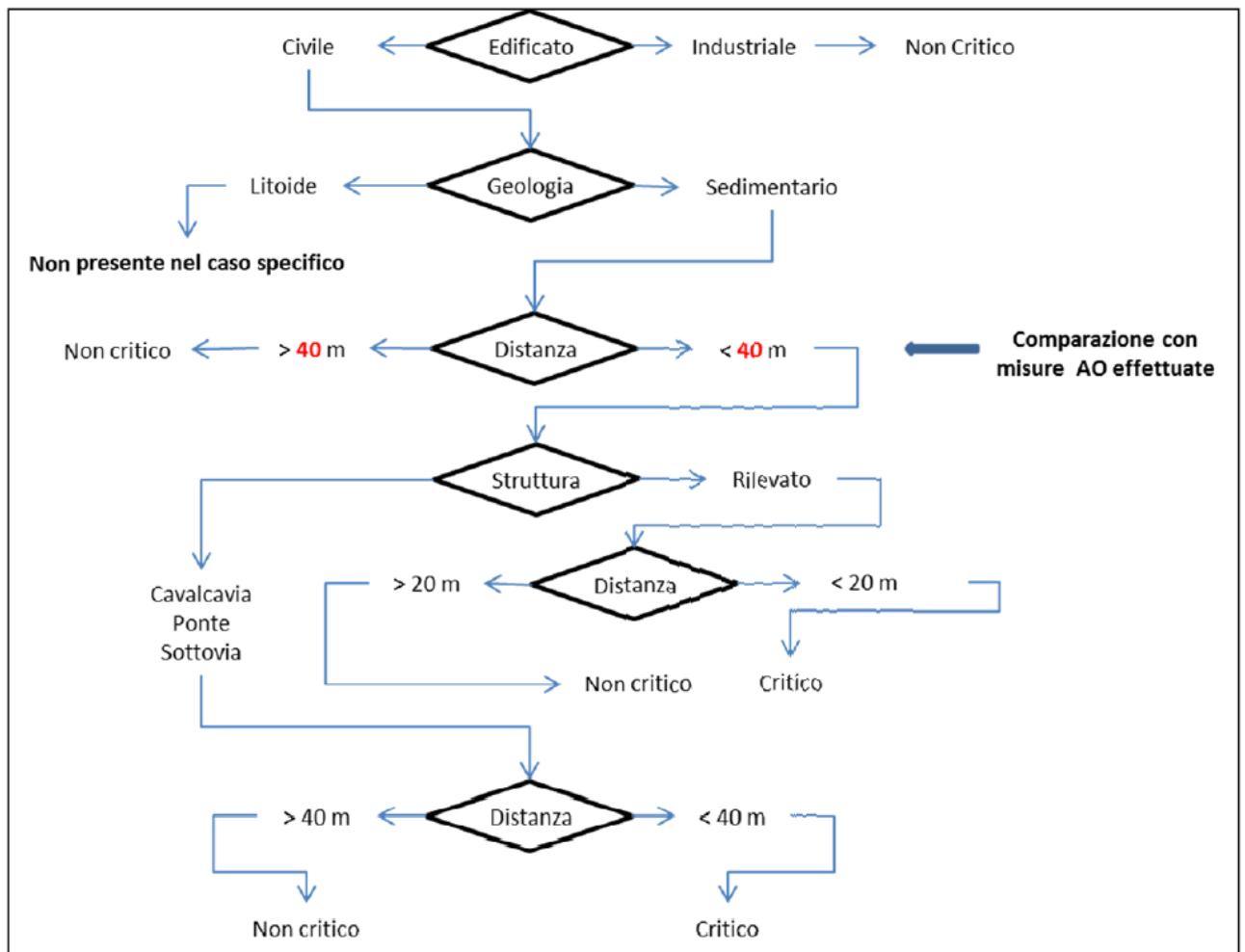
Come prima cosa sono stati identificati ed analizzati tutti gli aspetti ed elementi che possono influenzare sia la genesi che la propagazione delle onde vibrazionali che saranno generate:

1. contesto geologico: la geologia ricopre un ruolo di primaria importanza. Le onde generate raggiungono i potenziali bersagli viaggiando attraverso il terreno, le cui caratteristiche elastiche e meccaniche determinano in modo sostanziale la capacità di trasmissione energetica del treno di onde generato.
2. struttura dell'opera: influenza sia la genesi delle vibrazioni che la loro trasmissione al terreno, ciò è dovuto alla differente rigidità delle soluzioni tecniche adottate (Rilievato, trincea, ponte, cavalcavia, ...)
3. tipologia di lavorazioni: chiaramente le varie tipologie di lavorazioni nella fase di realizzazione dell'opera hanno diverso peso nella genesi delle vibrazioni.
4. tipologia di bersaglio: i bersagli sono distinti tra istituti scolastici, residenziale, industriale, commerciale, agricolo, luogo di culto, rudere.
5. distanza del bersaglio dall'opera: considerando che l'elemento energizzante lungo una strada è rappresentato dai mezzi che vi transitano la distanza tra il tracciato stesso ed il bersaglio si identifica come parametro di riferimento.

Sono stati poi individuati tutti i bersagli che potranno subire gli eventuali effetti delle onde generate. L'identificazione dei bersagli è stata svolta seguendo una procedura logica che tiene in considerazione gli aspetti od elementi citati in precedenza.

Di seguito si riporta lo schema logico di identificazione dei bersagli critici.

SCHEMA LOGICO DI IDENTIFICAZIONE DEI BERSAGLI CRITICI



Seguendo la procedura logica si individuano i "bersagli critici", ovvero quei recettori che potrebbero essere interessati dal "rischio vibrazionale" e per i quali si raccomanda la valutazione del rischio in dettaglio mediante un monitoraggio.

17.2 RISULTATI DELLO STUDIO

Mediante l'analisi svolta secondo quanto esposto in precedenza si è visto che può esserci un effetto critico:

1. entro i primi 20 m dall'infrastruttura durante la fase di esercizio;
2. entro i primi 40 m dalle opere maggiormente critiche durante la fase di esercizio;
3. entro i primi 20 m dalle aree di cantiere e dai percorsi di accesso alle aree di stoccaggio nella fase di realizzazione dell'opera.

L'analisi ha evidenziato diverse situazioni critiche (principalmente di costruzioni di tipo residenziale). Si rimanda per il dettaglio alla relazione specialistica.

Si ritiene utile prevedere un piano di monitoraggio della componente vibrazioni che possa valutare la reale potenziale criticità delle opere da realizzare sui recettori stessi.

18 ATMOSFERA

18.1 PREMESSA

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa come "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità o con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati".

Il traffico veicolare risulta sicuramente tra le prime cause di inquinamento atmosferico urbano ed extraurbano; i principali inquinanti prodotti da questa sorgente di emissione sono: il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), il biossido di zolfo (SO₂), l'ozono, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), le polveri (PTS) e in particolare il particolato avente diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀ -PM_{2.5}), che può facilmente depositarsi nelle parti più sensibili dall'apparato respiratorio ed il piombo.

Per la disamina della componente atmosfera, la caratterizzazione attuale dell'area di studio con l'individuazione delle sorgenti di inquinamento e dei ricettori sensibili è preceduta dall'individuazione della normativa di riferimento per la qualità dell'aria, dalla descrizione degli inquinanti atmosferici presenti nelle zone di indagine e delle caratteristiche meteorologiche, essenziali per l'analisi dei processi di dispersione e diffusione degli inquinanti immessi in atmosfera.

18.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NORMATIVA NAZIONALE

Nella GU del 15 settembre 2010 è stato pubblicato il decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010 di recepimento della direttiva comunitaria sulla qualità dell'aria (2008/50/CE), che disciplina l'intera materia nei paesi Ue e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, cioè "l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro".

L'obiettivo è quello di un'aria più pulita in Europa e di mantenere e migliorare la qualità dell'aria per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente; inoltre si vuole realizzare una migliore cooperazione tra gli stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Dal 30 settembre 2010 è diventato il punto di riferimento per i valori limite delle concentrazioni inquinanti nell'atmosfera, prima sparsi tra il Dlgs 351/1999 (qualità dell'aria), il Dlgs 183/2004 (ozono), il Dlgs 152/2007 (arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e idrocarburi policiclici aromatici) e il Dpr 203/1988 (impianti industriali, già soppresso in realtà dal Dlgs 152/2006 con alcune eccezioni transitorie, fatte comunque salve dal Dlgs 155/2010), tutti abrogati assieme a un pacchetto di provvedimenti ministeriali attuativi.

Il quadro normativo nazionale di riferimento, in materia di qualità dell'aria, comprende, in ordine di emanazione, numerosi decreti; in particolare si fa riferimento ai seguenti:

- DMA 12.11.1992 riguardante i "Criteri da seguire per la realizzazione e la gestione dei sistemi di rilevamento della qualità dell'aria e per la qualificazione delle misure e della strumentazione;

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale - Stralcio
- Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera.
- Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 - Qualità dell'aria ambiente - Attua-
zione direttiva 2008/50/Ce Il D. Lgs. 13 agosto 2010 fissa i valori limite e gli
obiettivi di qualità per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo,
biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, particolato PM10,
particolato PM2.5 e l'ozono ed è finalizzato ad assicurare che le stesse situazioni
di inquinamento siano valutate e gestite in modo uniforme in tutto il territorio
nazionale.
- Decreto Legislativo 30 maggio 2018, n. 81 - Attuazione della direttiva (UE)
2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, con-
cernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosfe-
rici.

Altro obiettivo del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 è quello di razionalizzare le attività di valutazione e di gestione della qualità dell'aria, attraverso un sistema di acquisizione e di messa a disposizione dei dati e delle informazioni secondo canoni di efficienza, efficacia ed economicità, per responsabilizzare tutti i soggetti. Tali finalità sono conseguite attraverso un processo di ottimizzazione delle attività e delle gestioni esistenti, senza prevedere oneri ulteriori.

L'intero territorio nazionale è suddiviso in zone e agglomerati da classificare e da riesaminare almeno ogni 5 anni, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente. La zonizzazione è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente che è condotta con le stazioni di misurazione. Alla zonizzazione provvedono le regioni e le province autonome o, su delega, le agenzie regionali per la

protezione dell'ambiente. Le stazioni di misurazione non soggette a tale gestione o controllo non possono essere utilizzate per le medesime finalità.

I piani e le misure da adottare ed attuare in caso di individuazione di una o più aree di superamento all'interno di una zona o di un agglomerato devono agire, secondo criteri di efficienza ed efficacia, sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o dell'agglomerato, né di limitarsi a tale territorio. Le funzioni amministrative relative alla valutazione ed alla gestione della qualità dell'aria ambiente competono allo Stato, alle regioni e alle province autonome e agli enti locali. Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare si può avvalere del supporto tecnico dell'Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale ISPRA, e dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile ENEA.

È prevista, inoltre, la possibilità di ricorrere a misure nazionali qualora da un'apposita istruttoria risulti che tutte le possibili misure individuabili dalle regioni nei piani di qualità dell'aria non siano risolutive, in quanto i superamenti sono causati in modo decisivo da sorgenti di emissione su cui le regioni non hanno competenza amministrativa e legislativa.

NORMATIVA REGIONALE

Lo strumento in tema di inquinamento atmosferico regionale è il "Piano di risanamento della qualità dell'aria" il cui ultimo aggiornamento è stato approvato dalla Regione Campania, con deliberazione di Giunta Regionale 28 settembre 2021, n. 412.

Il Piano di tutela della qualità dell'aria trova il suo inquadramento nell'ambito del decreto legislativo n. 155/20101 che ha, tra le sue principali finalità, l'individuazione di "obiettivi

di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana" e "mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi".

A questo proposito, l'articolo 9 del decreto stabilisce gli obblighi delle Regioni nel caso in cui sussistano delle criticità ambientali e sia necessario adottare misure per il perseguimento degli standard di qualità stabiliti per i principali inquinanti atmosferici. Lo stesso articolo prevede, inoltre, nel caso in cui le concentrazioni degli inquinanti atmosferici siano al di sotto dei valori limite e dei valori obiettivo per essi stabiliti dalla normativa, che siano adottate "le misure necessarie a preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile". Ad integrazione delle citate disposizioni, l'articolo 10 prescrive l'adozione di piani per ridurre il rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme mentre l'articolo 13 prevede l'adozione di misure in caso di superamento dei valori obiettivo dell'ozono.

18.3 ZONIZZAZIONE REGIONALE

La zonizzazione del territorio è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente. A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione mediante misurazioni e mediante altre tecniche disposte dal decreto stesso. La zonizzazione in vigore in Regione Campania, ai sensi dell'articolo 3 del D. Lgs. 155/2010, è stata adottata nel dicembre 2014, integrando il pregresso Piano di Qualità dell'Aria.

La zonizzazione prevede le seguenti tre zone:

- Agglomerato Napoli - Caserta (IT1507);
- Zona costiera-collinare (IT1508);

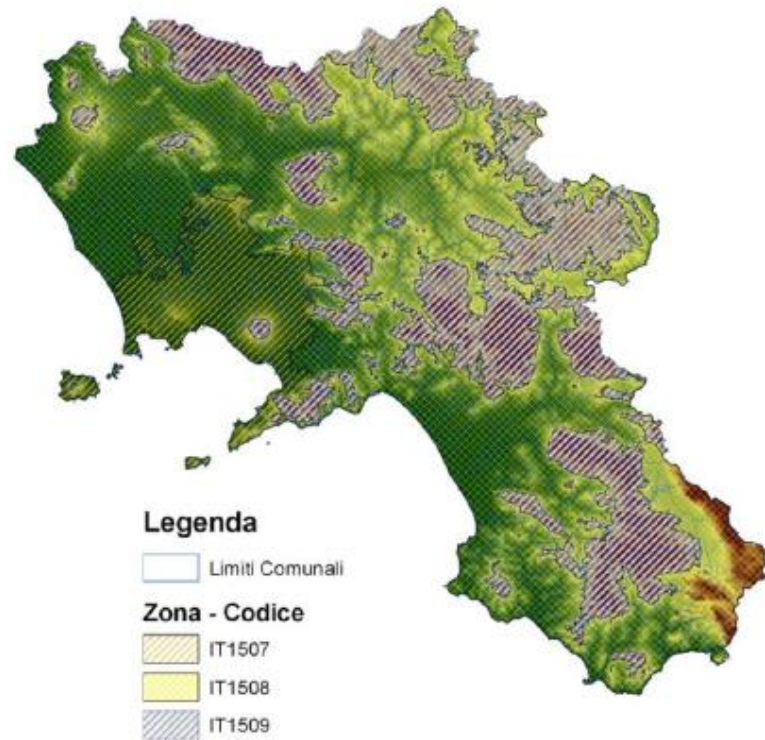
- Zona montuosa (IT1509).

L'Agglomerato Napoli - Caserta è caratterizzato dalla presenza di un esteso territorio pianeggiante delimitato ai margini dai rilievi della catena appenninica che ostacolano il ricambio delle masse d'aria quando si verificano condizioni meteorologiche avverse. Per le due zone i comuni sono stati accorpati per costituire zone contraddistinte dall'omogeneità delle caratteristiche predominanti.

In particolare, ferma restando la definizione dell'agglomerato Napoli - Caserta, sono state definite altre due zone al disotto e al disopra dei 600 metri s.l.m., suddividendo la zona costiera-collinare dalla zona montuosa:

- la zona IT1508 in base all'omogeneità territoriale ed alla presenza all'interno della stessa dei tre maggiori centri urbani (Salerno, Benevento e Avellino) nonché delle più importanti fonti di emissioni di inquinanti (reti viarie, porti, aeroporti, industrie, commerciale e residenziale...); localmente si riscontra la variabilità delle condizioni meteo-climatiche all'interno della stessa zona;
- La zona IT1509 in quanto omogenea dal punto di vista territoriale con presenza di poche centinaia di migliaia di abitanti sparsi e con assenza di emissioni di inquinanti concentrate ed elevate, dal punto di vista climatico si tratta di territori con un clima temperato, con precipitazioni superiori rispetto alla media regionale e con regime anemometrico caratterizzato da venti più intensi rispetto alla media regionale.

REGIONE CAMPANIA



Zonizzazione della Regione Campania ai fini del PRQA

Con riferimento all'Agglomerato Napoli - Caserta (IT1507):

- relativamente agli ossidi di azoto (NO_x) la sorgente principale è il Traffico stradale le cui emissioni sono circa il 65% delle emissioni totali; un ulteriore 14% è causato dalle Attività marittime (in particolare il Porto di Napoli con il 7%); contributi minori provengono dai Forni di processo con contatto (in particolare cemento ed alluminio) con il 6% e dalle Centrali elettriche pubbliche con il 5%; all'interno del traffico stradale il maggiore contributo viene dalle Automobili (24%).
- per le particelle sospese con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) la sorgente principale, anche nell'agglomerato, sono gli Impianti di combustione residenziali, a legna, le cui emissioni sono circa il 44% delle emissioni totali; un ulteriore 20% è

causato dal Traffico stradale nella componente combustione mentre circa il 15% è causato dal traffico nella componente Usura freni, gomme e abrasione strada veicoli stradali, portando il contributo totale del traffico al 35%. Seguono con percentuali minori le emissioni da alcuni Processi industriali (7%) e dalle Attività marittime (3%).

- per le particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}). Valgono, in generale, le stesse considerazioni fatte per il PM₁₀ con un contributo degli Impianti di combustione residenziali (a legna), di circa il 51% ed un contributo totale del traffico del 34%. Seguono con percentuali minori le emissioni da Attività marittime e Impianti di combustione nel terziario.
- le emissioni del benzo(a)pirene sono dominati dal contributo degli Impianti di combustione residenziali, a legna (80%), con un contributo importante degli Incendi forestali (quasi 5%) e degli Impianti di combustione nel terziario (4%).
- le emissioni dei composti organici volatili non metanici, sono dominate dai settori dell'Applicazione di vernici (31%) e dell'Altro uso di solventi e relative attività (21%), in particolare in uso domestico, e dai veicoli a benzina (Motocicli cc < 50 cm³, Emissioni evaporative dai veicoli e Automobili), con un contributo totale del 28%. Un contributo non trascurabili proviene anche in questo caso dagli Impianti di combustione residenziali (a legna) (5%).
- le emissioni di ammoniaca provengono in modo prevalente dall'agricoltura con gli Allevamento di bestiame – escrementi (50%) e Coltivazioni con i fertilizzanti (17%) con contributi non trascurabili degli Impianti di combustione residenziali (a legna) (13%), delle Automobili (9%) e dello Smaltimento e interrimento di rifiuti solidi (7%).

Con riferimento alla Zona costiera-collinare (IT1508):

- per gli ossidi di azoto (NOx) le emissioni del Traffico stradale sono circa il 67% delle emissioni totali; un ulteriore 12% è causato dall'Agricoltura; contributi minori provengono dagli Impianti di combustione residenziali (8% circa) e dalla Combustione industriale in caldaie, turbine a gas e motori fissi (6%).
- per le particelle sospese con diametro inferiore a 10 µm (PM10) gli Impianti di combustione residenziali, a legna, le cui emissioni sono circa il 70% delle emissioni totali sono la sorgente prevalente; un ulteriore 10% è causato dalla Agricoltura mentre un circa 5% è causato dal Traffico stradale nella componente combustione e circa il 4% è causato dal traffico nella componente Usura freni, gomme e abrasione strada veicoli stradali, portando il contributo totale del traffico al 10%.
- per le particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 µm (PM2,5) le considerazioni fatte per il PM10, relativamente ad un contributo maggiore degli Impianti di combustione residenziali, a legna, sono ancora più evidenti, con un contributo di circa l'81%; il Traffico stradale nel suo complesso pesa il 6% nella componente combustione e il 5% nella componente Usura freni, gomme e abrasione strada veicoli stradali, portando il contributo totale del traffico all'11%; seguono con percentuali molto minori le emissioni da Incendi forestali (3%), Allevamento di bestiame (4%)
- le emissioni del benzo(a)pirene sono dominate dal contributo degli Impianti di combustione residenziali, a legna, (82%), con un contributo importante degli Incendi forestali (10%).
- i risultati relativi ai composti organici volatili non metanici evidenziano i forti contributi dei settori dell'utilizzo dell'Applicazione di vernici (19%) e dell'Altro uso di solventi e relative attività (10%) degli Impianti di combustione residenziali (a legna) (19%), dell'Allevamento di bestiame - escrementi (17%),

- dei veicoli a benzina (Motocicli cc < 50 cm³, Emissioni evaporative dai veicoli e Automobili) con un contributo totale del 17% e delle Foreste ed altra vegetazione (7%).
- le emissioni di ammoniaca sono prevalentemente dall'Allevamento di bestiame – escrementi (90%).

Con riferimento alla Zona montuosa (IT1509):

- relativamente agli ossidi di azoto (NO_x) la maggior parte delle emissioni (63% circa) proviene dal Traffico stradale. Un ulteriore 8% è causato dagli Impianti di combustione residenziali (8% circa) e un 6% dalla Combustione industriale in caldaie, turbine a gas e motori fissi.
- per le particelle sospese con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) è evidente dall'analisi dei risultati l'importanza degli Impianti di combustione residenziali, a legna, le cui emissioni sono circa il 70% delle emissioni totali; un ulteriore 11% è causato dalla Agricoltura ed un ulteriore circa 4% è causato dal Traffico stradale nella componente combustione; rilevante, infine, il contributo (pari a quasi al 4%) che deriva degli Incendi forestali.
- per le particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}) le considerazioni fatte per il PM₁₀ relativamente ad un contributo maggiore degli Impianti di combustione residenziali, a legna, sono ancora più evidenti, con un contributo di circa l'82%. Seguono con percentuali molto minori le emissioni da Traffico stradale (4%) e da Incendi forestali (poco meno del 4%).
- le emissioni benzo(a)pirene sono dominate dal contributo degli Impianti di combustione residenziali, a legna, (80%), con un contributo importante degli Incendi forestali (13%).

- Infine, per i composti organici volatili non metanici i contributi maggiori sono dei settori degli Impianti di combustione residenziali (23%), dell'Applicazione di vernici e dell'Altro uso di solventi e relative attività (rispettivamente 17% e 12%), dell'Allevamento di bestiame - escrementi (7%), dei veicoli a benzina (Motocicli cc < 50 cm³, Emissioni evaporative dai veicoli e Automobili) con il 16% e delle Foreste (13%).

18.4 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

La modalità di diffusione degli inquinanti in atmosfera dipende principalmente dalle caratteristiche meteorologiche e morfologiche della macroarea oggetto di studio e dalla presenza di potenziali ostacoli di tipo vegetazionale e/o antropico alla diffusione.

E' importante caratterizzare dettagliatamente il sistema climatico della macro-area oggetto di studio, attraverso l'analisi delle componenti che potrebbero influenzare il trasporto degli inquinanti e delle particelle solide. Tale analisi deve tener conto, laddove presenti, dei rilevamenti statistici effettuati nel corso di più anni, reperibili da banche dati riconosciute a livello nazionale, ovvero di dati provenienti da stazioni meteorologiche locali presso cui siano stati effettuati rilevamenti per gli anni sufficienti a caratterizzare gli effetti dovuti al trasporto a distanza degli inquinanti.

Il clima della Campania è, in prevalenza, di tipo mediterraneo. Più secco e arido lungo le coste e sulle isole, più umido sulle zone interne, specie in quelle montuose. Nelle località a quote più elevate, lungo la dorsale appenninica, si riscontrano condizioni climatiche più rigide, con innevamenti invernali persistenti ed estati meno calde.

La circolazione troposferica nel bacino del Mediterraneo dipende dalla distribuzione spaziale occupata nei diversi periodi dell'anno dagli anticicloni delle Azzorre, Siberiano e

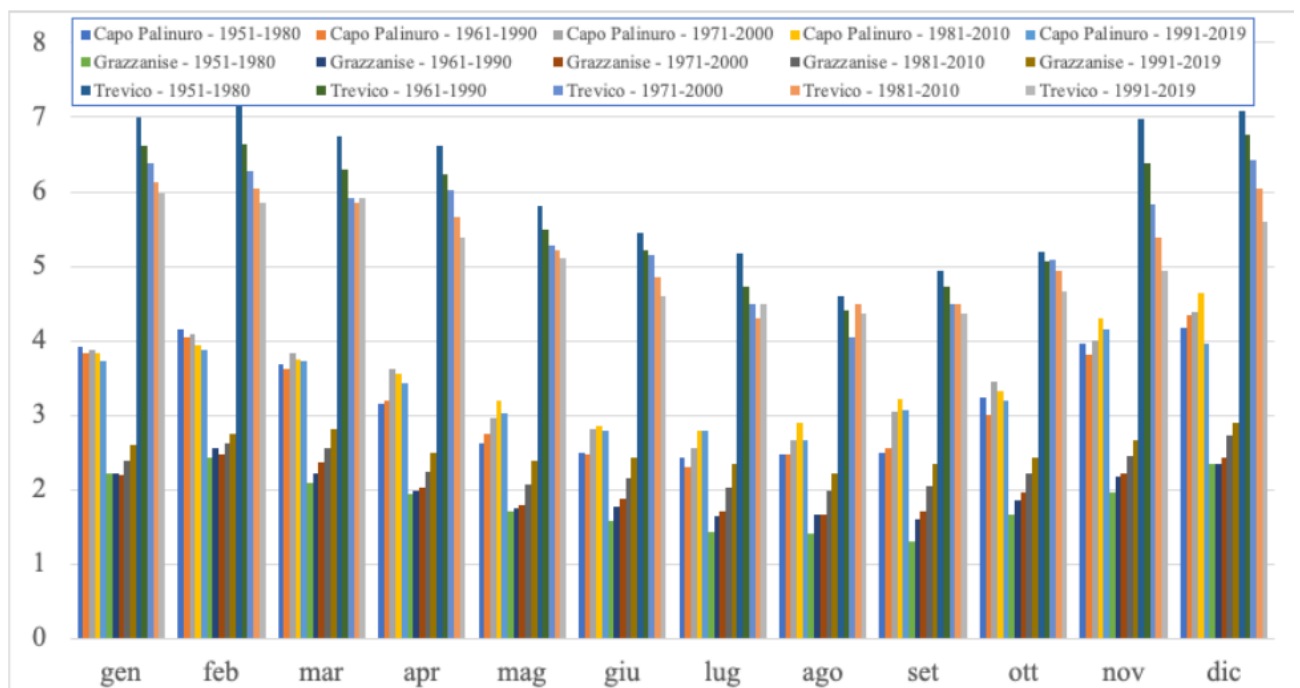
Nordafricano e dalle basse pressioni dell'Islanda e delle Aleutine. Le estati sono calde e secche, mentre gli inverni sono moderatamente freddi e piovosi.

Il PRQA, per la caratterizzazione meteorologica, si riferisce a n. 3 centraline meteo regionali: Capo Palinuro (altezza sul livello del mare: 185 m), Grazzanise (altezza sul livello del mare: 10 m) e Treviso (altezza sul livello del mare: 1093 m). Le tre stazioni sono rappresentative di differenti situazioni climatiche (costiera, pianura interna e montagna).

La stazione meteo più rappresentativa rispetto al territorio di progetto è quella di Treviso. La stazione meteorologica è situata alle coordinate geografiche 41°02'49.34"N 15°13'55.77"E.

Vento

Nella figura seguente sono riportate le medie mobili trentennali mensili di vento medio 1951-2019 per le stazioni di Capo Palinuro, Grazzanise e Treviso.



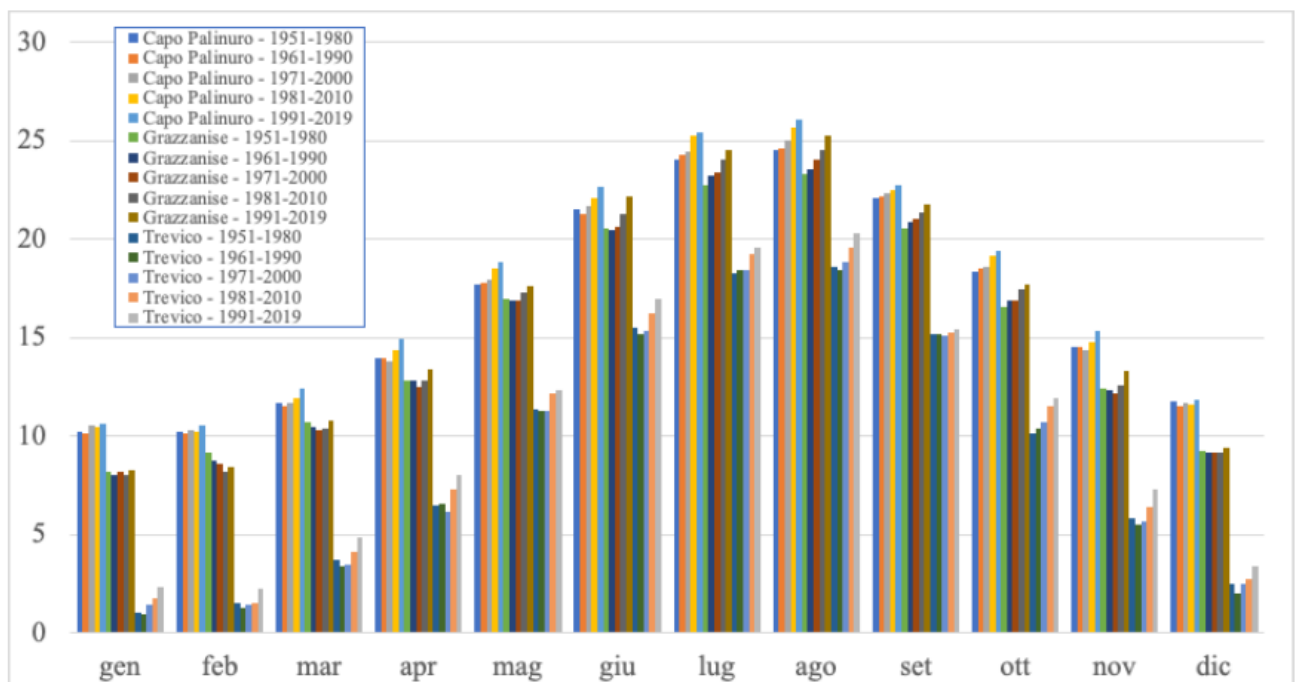
Medie mobili trentennali dei valori mensili di vento medio (m/s)

Temperatura

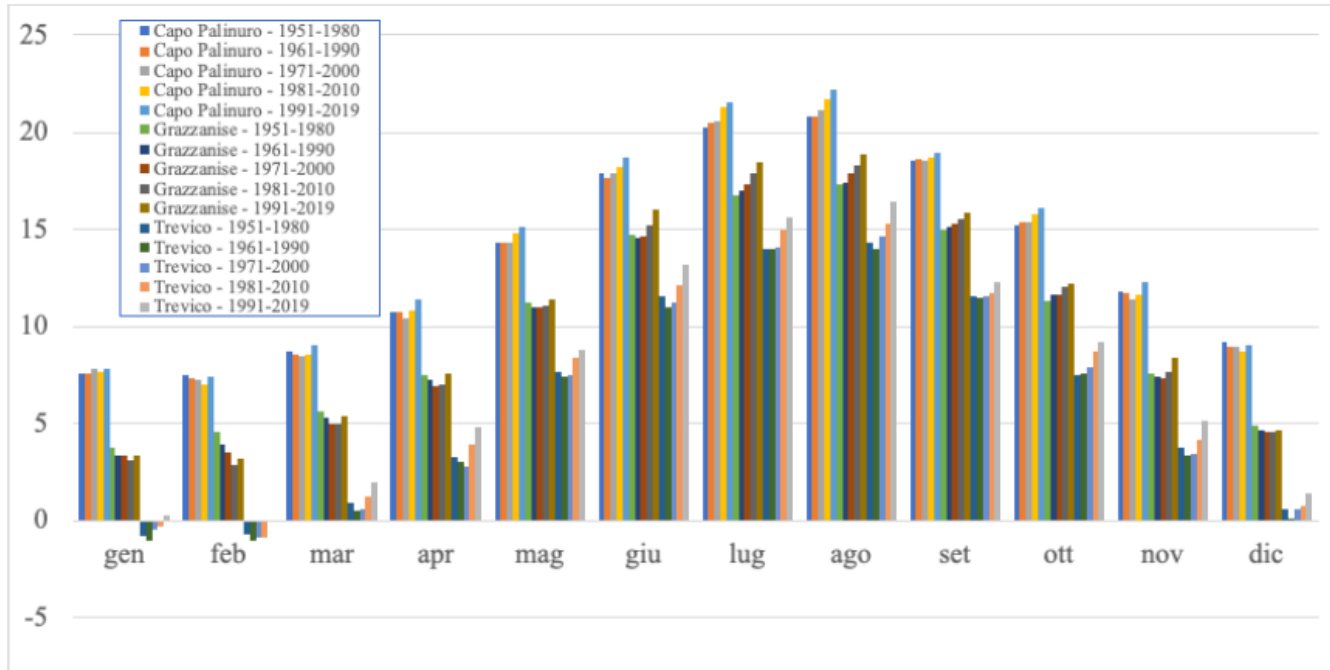
Le temperature medie annue variano tra i 10°C dei settori montuosi interni, i 15.5°C delle piane alla base dei massicci carbonatici e raggiungono i 18°C lungo la costa, correlandosi linearmente con le quote.

Poiché in tutta la regione il numero di stazioni con dati di temperatura affidabili e continui è limitato e data la forte correlazione fra temperature e altimetria, la temperatura è stimata dal Modello Digitale del terreno (DEM) attraverso una regressione lineare (gradiente medio di circa -0.75°C ogni 100 m).

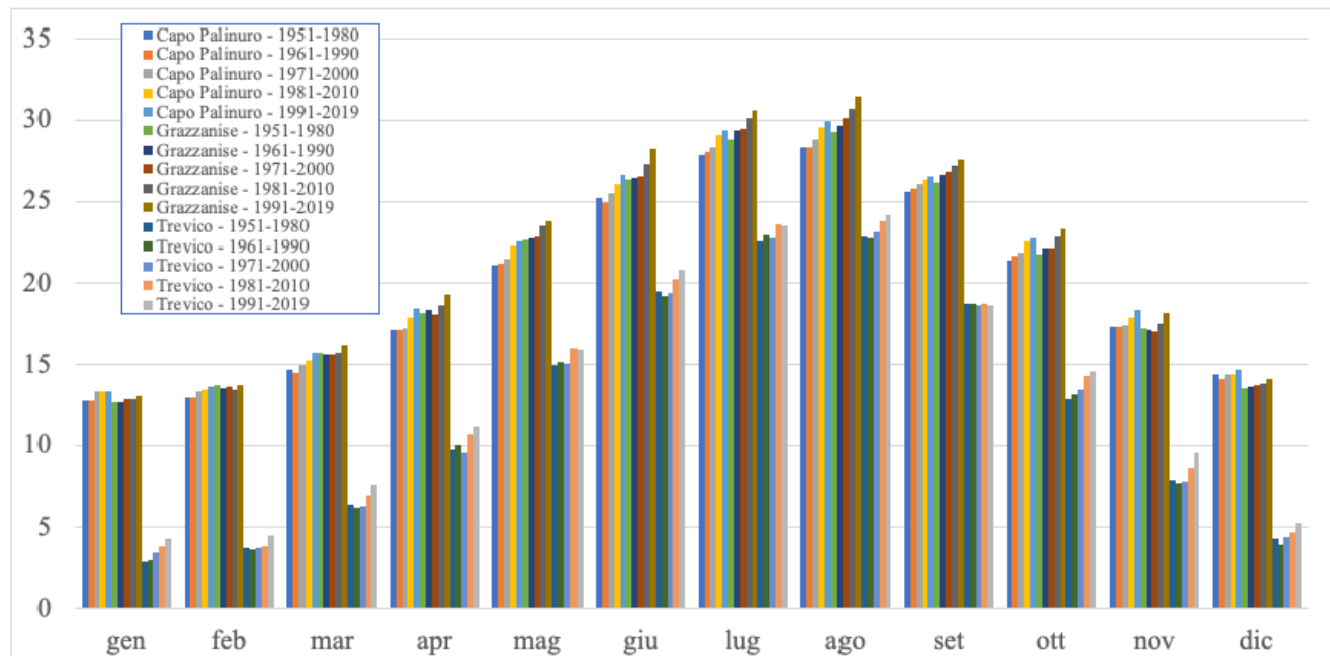
Nel seguito sono riportate le medie mobili trentennali mensili di temperatura media, minima e massima nel periodo 1951-2019.



Medie mobili trentennali dei valori mensili di temperatura media (°C)



Medie mobili trentennali dei valori mensili di temperatura minima (°C)



Medie mobili trentennali dei valori mensili di temperatura massima (°C)

Precipitazioni

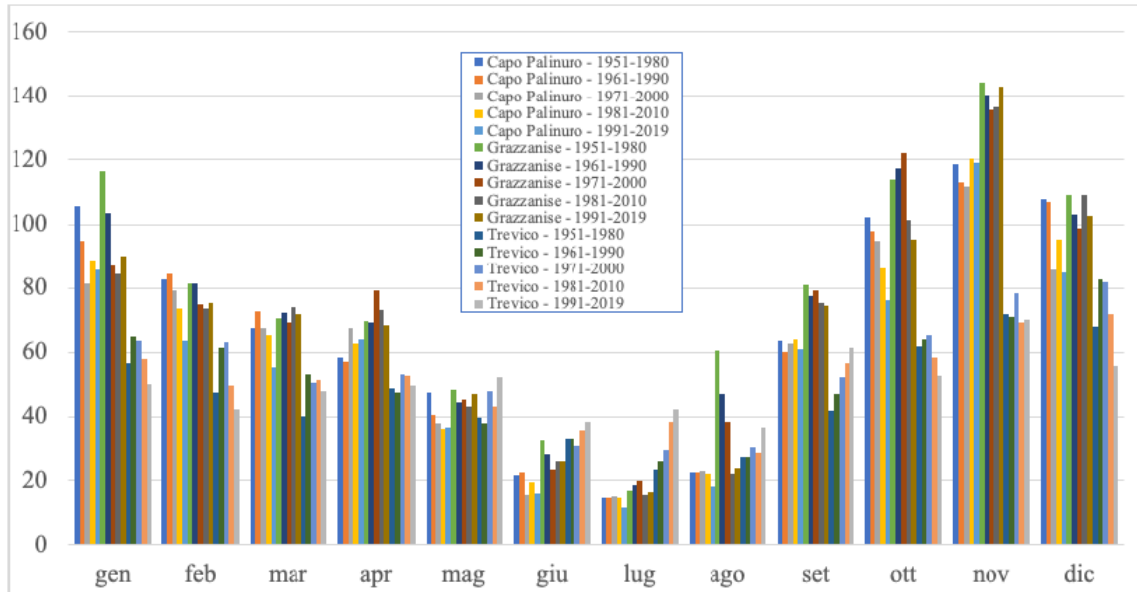
In Italia vengono distinti quattro tipi fondamentali di regime pluviometrico: continentale alpino, sublitoraneo alpino, sublitoraneo appenninico e marittimo. La Campania rientra nell'ambito del regime pluviometrico sublitoraneo appenninico, caratterizzato da un massimo periodo di piovosità in autunno-inverno.

Le precipitazioni della Campania sono fortemente condizionate dalla presenza delle catene montuose che si elevano fino a 1500-2000 m s.l.m., dall'orientamento delle creste (effetto barriera) e dalla prossimità di queste ultime al mar Tirreno.

La variabilità delle precipitazioni è osservata comparando le carte annuali, il confronto mette in evidenza le differenze tra il periodo 1951- 1980 e il periodo 1981-1999, più secco. I valori più bassi di piogge medie annue, circa 700 mm, si registrano nel settore più orientale della regione, dall'altro lato dello spartiacque appenninico; quelli più alti, circa 1800 mm, lungo l'asse della catena appenninica.

Gli eventi alluvionali e le frane indotte che avvengono in Campania in autunno e inverno dipendono da piccole aree cicloniche, le cui dinamiche seguono la genesi dei cicloni tropicali (uragani), ma mostrano un livello energetico più basso. Tali sistemi meteorologici, insieme ai sistemi convettivi ed alla pioggia orografica, possono essere intensificati dal maggiore contributo di calore della superficie del mare e spesso causano improvvisi fenomeni alluvionali nelle regioni litoranee e nelle regioni montuose esposte ai venti marini.

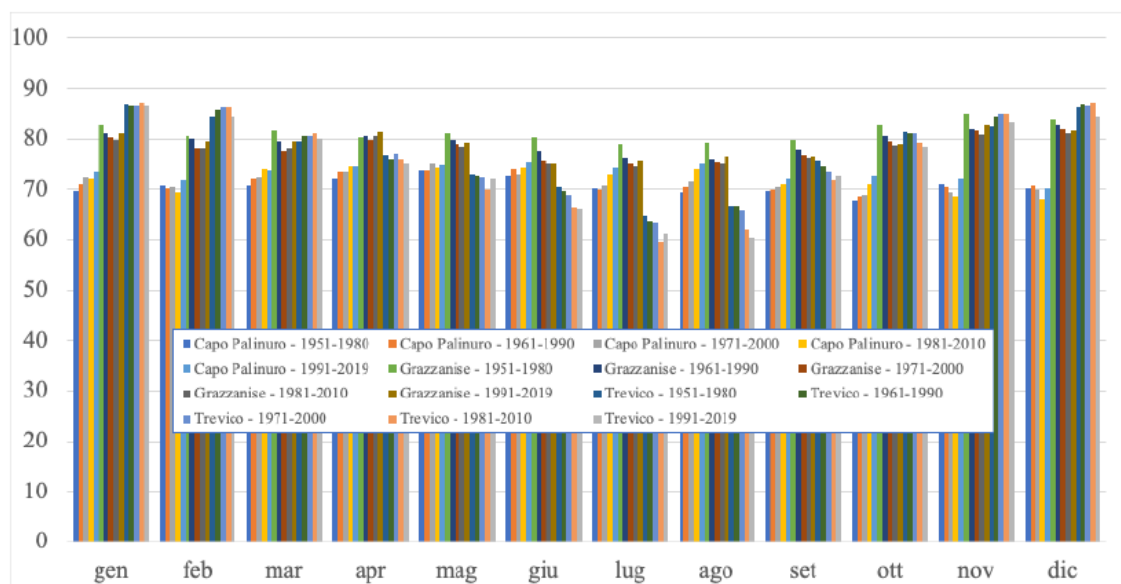
Nella figura seguente sono riportate le medie mobili trentennali mensili di precipitazione cumulata 1951-2019 per le stazioni di Capo Palinuro, Grazzanise e Treviso.



Medie mobili trentennali dei valori mensili di precipitazione cumulata (mm)

Umidità

Nella figura seguente sono riportate le medie mobili trentennali mensili di umidità relativa media 1951-2019 per le stazioni di Capo Palinuro, Grazzanise e Treviso.



Medie mobili trentennali dei valori mensili di umidità relativa media (%)

18.5 CARATTERIZZAZIONE ATTUALE DELL'AREA DI STUDIO

Sistema di controllo regionale

Il D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351 "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di gestione e valutazione della qualità dell'aria" prevedeva che le Regioni, al fine di individuare zone per la gestione della qualità dell'aria e per la pianificazione degli interventi necessari per il suo miglioramento complessivo, effettuino una valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, tramite l'utilizzo di tutte le misure rappresentative dei livelli degli inquinanti disponibili.

A tal fine l'ARPA Campania ha proceduto alla stesura di un rapporto sulla qualità dell'aria contenente la stima dello "stato" dell'aria su tutto il territorio regionale. La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Campania gestita dall'ARPAC è costituita complessivamente da 20 stazioni, di cui 19 attive. Sono presenti inoltre 35 centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e 2 laboratori mobili, non appartenenti alla rete regionale e la cui acquisizione e installazione è stata programmata e appaltata dal Commissariato di Governo Rifiuti, successivamente trasferita alla Regione Campania e affidata all'ARPAC.

Codice	Zona	Nome	Lon	Lat	h (m)	tipo°
IT0936A	IT1508	AV41 Scuola V Cimarosa	14,78	40,91	366	F
IT2224A	IT1507	Teverola (SET)	14,21	40,98	36	I
IT2225A	IT1507	Marcianise (SET)	14,29	40,99	18	F/I
IT1486A	IT1507	CE51 Istituto Manzoni	14,35	41,08	95	F
IT1487A	IT1507	CE52 Scuola De Amicis	14,34	41,08	82	T
IT1488A	IT1507	CE54 Scuola Settembrini	14,37	41,05	60	T
IT1497A	IT1507	NA01 Osservatorio Astronomico	14,25	40,86	115	F
IT1496A	IT1507	NA02 Ospedale Santobono	14,23	40,85	180	T
IT0898A	IT1507	NA06 Museo Nazionale	14,25	40,85	65	T
IT1491A	IT1507	NA07 Ferrovia	14,27	40,85	19	T
IT1495A	IT1507	NA08 Ospedale Nuovo Pellegrini	14,28	40,87	65	T
IT1493A	IT1507	NA09 Via Argine	14,35	40,85	69	T
IT2277A	IT1507	Parco Virgiliano	14,18	40,80	150	F
IT2221A	IT1507	Epomeo (Tirrenopower)	14,21	40,84	91	F/I
IT2211A	IT1507	Acerra Z.I.	14,40	40,98	29	I
IT2271A	IT1507	Scuola Cirillo	14,21	40,98	38	T
IT2226A	IT1507	Area ASI	14,39	40,92	27	I

Codice	Zona	Nome	Lon	Lat	h (m)	tipo°
IT2270A	IT1507	Parco Reggia	14,35	40,82	75	F
IT2272A	IT1507	Villa Avellino	14,12	40,82	39	F
IT2223A	IT1507	Volla (Tirrenopower)	14,35	40,88	23	F/I
IT2212A	IT1507	Scuola Elementare Marconi	14,48	40,92	31	F
IT2216A	IT1507	Scuola Palizzi (CAM)	14,30	40,91	57	F
IT2219A	IT1507	Scuola Caporale	14,37	40,94	27	T
IT2227A	IT1508	Scuola Alighieri	14,79	40,92	360	T
IT2210A	IT1508	Solofra zona Industriale	14,83	40,84	341	I
IT2215A	IT1508	Benevento Z.I.	14,83	41,15	128	F
IT0934A	IT1508	BN32 Via Flora	14,78	41,13	120	T
IT2228A	IT1508	Campo Sportivo	14,78	41,11	127	F
IT2218A	IT1508	Complesso scolastico	14,42	40,99	42	T
IT2220A	IT1508	Pignataro M(CALENIA)	14,09	41,19	60	F/I
IT2222A	IT1508	Sparanise (CALENIA)	14,15	41,17	45	I
IT2217A	IT1507	Scuola Media Pascoli	14,44	40,76	45	F
IT2214A	IT1508	Scuola Solimene	14,64	40,74	51	T
IT2268A	IT1508	Parco Fiume	14,98	40,61	70	F
IT2273A	IT1508	Area tritovagliatore	15,52	40,49	445	I
IT2213A	IT1508	Stadio	14,70	40,71	191	F
IT1504A	IT1508	SA22 Ospedale Via Vernieri	14,77	40,68	58	T
IT2269A	IT1508	Parco Mercatello	14,80	40,66	11	F
IT1041A	IT1508	SA23 Scuola O. Conti	14,78	40,70	111	F
NC	IT1509	Matese	14,42	41,42	1030	F
IT2283A	IT1509	Alburni	15,28	40,50	798	F
IT2276A	IT1509	Villa Comunale	15,09	41,15	792	F

° F, fondo; I, Industriale; T, traffico

Stazioni ARPA rete monitoraggio Regione Campania

Codice	SO ₂ Salute	SO ₂ Ecos.	NO ₂ Salute	NO ₂ Veget.	PM ₁₀	PM _{2,5}	Lead	C ₆ H ₆	CO	O ₃ Salute	O ₃ Veget.	As	Cd	Ni	B(a)P	Altri	NO ₂ Ozono	Fondo Industr.	Meteo
IT0936A			PDC							PDC						SI	X		*
IT2224A	IC		IC		IC				IC										*
IT2225A			IC		IC					IC							X	X	*
IT1486A			APC		APC	APC				APC						SI	X		*
IT1487A			PDC		PDC	PDC		PDC	PDC			PDD	PDD	PDD	PDD				*
IT1488A			PDC		PDC	PDC				PDC							X		*
IT1497A			PDC		PDC	PDC	APD	PDC	PDC	PDC			PDD	PDD	PDD	PDD	X		*
IT1496A			SDC		SDC														*
IT0898A			PDC		PDC	PDC		PDC	PDC				SDD	SDD	SDD	PDD			*
IT1491A	APC		APC		APC		APD	APC	APC				APD	APD	APD				*
IT1495A			PDC		PDC														*
IT1493A	SDC		SDC		SDC	SDC		SDC	SDC							SI			*
IT2277A	AMC		AMC		AMC	AMC		AOC	AMC	AMC							X		*
IT2221A			IC		IC	IC			IC									X	*
IT2211A	IC		IC		IC	IC	ID	IC	IC			ID	ID	ID	ID				*
IT2271A			APC		APC			APC	APC										*
IT2226A	IC		IC		IC	IC		IC	IC			ID	ID	ID	ID		X		*
IT2270A			APC		APC	APC		APC		PDC		APD	APD	APD	APD		X		*
IT2272A	APC		PDC		PDC	AMC				PDC							X		*
IT2223A			IC		IC	IC			IC										*
IT2212A	AMC		AMC		AMC	AMC	SDD	SDC		AMC		SDD	SDD	SDD	SDD		X		*
IT2216A			SDC		SDC	SDC				SDC							X		*
IT2219A			APC		APC	APC		APC	APC										*
IT2227A			PDC		PDC	PDC	SDD	PDC	PDC			SDD	SDD	SDD	PDD				*
IT2210A	IC		IC		IC	IC		IC	IC										*
IT2215A			SDC		SDC					AMC							X		*
IT0934A			PDC		PDC	PDC													*
IT2228A			AMC		AMC	AMC		APC		PDC		SDD	SDD	SDD	SDD		X		*
IT2218A	AMC		AMC		AMC	AMC		AMC	AMC	AMC							X		*
IT2220A			IC		IC					IC							X	X	*
IT2222A	IC		IC		IC				IC										*
IT2217A			PDC							PDC							X		*
IT2214A	AMC		AMC		AMC	AMC		APC	AMC			APD	APD	APD	APD				*
IT2268A	AMC		AMC		AMC	AMC		SDC		PDC							X		*
IT2273A	IC		IC		IC	IC		IC	IC								X		*
IT2213A	SDC		SDC		SDC	SDC		SDC	SDC	SDC							X		*
IT1504A			PDC		PDC	PDC		PDC	PDC			PDD	PDD	PDD	PDD				*
IT2269A	AMC		PDC		PDC	PDC	AOD	PDC	PDC	PDC		PDD	PDD	PDD	PDD		X		*

Codice	SO ₂ Salute	SO ₂ Ecos.	NO ₂ Salute	NO ₂ Veget.	PM ₁₀	PM _{2,5}	Lead	C ₆ H ₆	CO	O ₃ Salute	O ₃ Veget.	As	Cd	Ni	B(a)P	Altri	NO ₂ Ozono	Fondo Industr.	Meteo
IT1041A			PDC													SI	X		*
NC			SDC		SDC	SDC				SDC							X		*
IT2283A	AMC		AMC		AMC	AMC				AMC							X		*
IT2276A			PDC							PDC		PDD	PDD	PDD	PDD		X		*

Legenda

La prima lettera indica il ruolo del sensore e può avere i seguenti valori: P: sensore afferente alla rete minima; A: sensore aggiuntivo; S: sensore di supporto
 La seconda lettera indica la finalità del monitoraggio e può avere i seguenti valori: D nel caso di sorgenti diffuse e sensore della rete minima; O, P, M, Y nel caso di sorgenti diffuse, per sensori aggiuntivi (O=orografia, P=popolazione, M=modellistica, Y=altro); I = per sorgenti industriali, per sensori aggiuntivi
 La terza lettera indica: C: misure in continuo; D: misure discontinue

Stazioni ARPA rete monitoraggio Regione Campania

Analisi della Qualità dell'Aria

I dati degli inquinanti, per la valutazione dello stato attuale della qualità dell'aria, sono stati raccolti sul portale <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-quality-statistics>.

Come anno di valutazione è stato scelto l'anno 2019, che nel quinquennio 2015 – 2020 risulta il più significativo per la valutazione dello stato attuale.

- Monossido di carbonio (CO)

Il Dlgs 13 agosto 2010, n. 155 prevede, per la protezione della salute, il limite massimo di 10 mg/m³ calcolato sulla concentrazione massima della media mobile di 8 ore.

Valori limite per il CO

Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m³
------------------------------	---------------------------------------	-----------	-------------------------

Dall'esame dei precedenti dati possiamo dire che nella zona d'interesse, nell'anno 2019, in tutte le centraline di interesse, non si sono osservati superamenti del limite della normativa:

- Il limite della media su 8h di 10 µg/m³ non è mai stato superato in tutte le stazioni di interesse monitorate;

Soglie di valutazione per il CO

	Media su 8 ore
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m ³)

Il dato relativo alla concentrazione di questo inquinante è al di sotto della soglia di valutazione inferiore, il 50% del valore limite (5 mg/m³), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

- Biossido di azoto (NO₂) ed ossidi di azoto (NO – NO_x)

Dall'esame dei dati rilevati per l'NO₂ (biossido di azoto) si può osservare che nelle Stazioni di interesse, nell'anno 2019, non si sono osservati superamenti del limite della normativa per le stazioni di nostro interesse.

Valori limite per il NO₂ - e Livello critico vegetazione per NO_x

Biossido di azoto	Orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m³
	Annuo	40	µg/m³

Ossidi di azoto (NO_x)	Annuo	30	µg/m³
---	--------------	-----------	-------------------------

Effettuando un confronto con i valori riscontrati possiamo affermare che:

- La soglia di allarme di 400 µg/m³ non è stata mai raggiunta.
- Il limite della media annuale di 40 µg/m³ non è stato superato sulle stazioni di nostro interesse il valore limite della media annuale non risulta superato;
- Il limite dei 18 superamenti orari di 200 µg/m³, non è stato superato in nessuna stazione.

Soglie di valutazione per il NO₂ -NO_x

	Protezione della salute umana (NO ₂)	Protezione della salute umana (NO _x)	Protezione della vegetazione (NO _x)
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite orario (140 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 µg/m ³)	80% del livello critico annuale (24 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (100 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 µg/m ³)	65% del livello critico annuale (19,5 µg/m ³)

Il dato relativo alla concentrazione di NO₂ è superiore al limite della soglia di valutazione superiore, l' 80% del valore limite annuale (32 µg/m³), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di centraline fisse di monitoraggio.

Il dato relativo alla concentrazione di NO_x è inferiore al limite della soglia di valutazione inferiore, il 65% del valore limite annuale (19.5 µg/m³), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

- Ozono (O₃)

Dall'esame dei dati rilevati per l'O₃ (ozono) si può osservare che nelle Stazioni di interesse, nell'anno 2019, si ha:

- Il limite obiettivo per la protezione della salute umana dei 25 superamenti orari su 8h nell'anno di 120 µg/m³, non risulta superato in gran parte delle stazioni monitorate: sulle stazioni di nostro interesse tale valore limite non risulta essere superato;
- Il limite AOT40-Valore obiettivo protezione della vegetazione- periodo Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00 - media sui 5 anni di 18000 µg/m³ non risulta superato in gran parte delle stazioni monitorate:

sulle stazioni di nostro interesse tale valore limite non risulta essere superato;

- Il limite Soglia di Informazione di 180 µg/m³, non risulta superato in gran parte delle stazioni monitorate: sulla stazione di nostro interesse tale valore limite non risulta essere superato;
- Il limite Soglia di Allarme di 240 µg/m³, non risulta superato in tutte le stazioni monitorate: quindi sulla stazione di nostro interesse tale valore limite non risulta essere superato;

Valori Obiettivo per il O₃

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento ⁽²⁾
Protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2013 (dati 2010 – 2012)
Protezione della vegetazione	AOT40 ⁽¹⁾ Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ h come media su 5 anni	2015 (dati 2010 – 2014)
Obiettivi a lungo termine			
Finalità	Periodo di mediazione	Obiettivo a lungo termine	Data raggiungimento ⁽³⁾
Protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	120 µg/m ³	Non definito
Protezione della vegetazione	AOT40 ⁽¹⁾ Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h	Non definito

(1) AOT40 (espresso in µg/m³h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni > 80 µg/m³ e 80 µg/m³ rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).
 (2) Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
 (3) Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine

Soglie di valutazione per il O3

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia
Informazione	1 ora	180 µg/m ³
Allarme	1 ora ⁽¹⁾	240 µg/m ³

⁽¹⁾ Per l'applicazione dell'art.10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive

Il dato relativo alla concentrazione di questo inquinante è anche al di sotto della soglia obiettivo a lungo termine (120 µg/m³), e di conseguenza al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m³), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

- Benzene (C6H6)

Nell'anno 2019 non si osservano superamenti del valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155) in nessuna stazione, ed in particolare sulle stazioni di nostro interesse.

Valori limite per il C6H6

Benzene	Annuo	5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
----------------	--------------	----------	--

Soglie di valutazione per il C6H6

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite ($3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Il dato relativo alla concentrazione di questo inquinante è al di sotto della soglia di valutazione inferiore, il 40% del valore limite ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

- Materiale particolato (PM10 – PM2.5)

Nell'anno 2019 non si osservano superamenti del valore limite di PM10 di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155) nelle stazioni di nostro interesse. Il dato relativo alla concentrazione di PM10 è al di sotto della soglia di valutazione superiore, il 70% del valore limite ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ma al di sopra della soglia di valutazione inferiore ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso la modellizzazione numerica con l'utilizzo opzionale di misurazioni in loco con centraline mobili.

Nell'anno 2019 non si osservano superamenti del valore limite di PM2.5 di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155) in nessuna stazione ed in particolare sulle

stazioni di nostro interesse. Il dato relativo alla concentrazione di PM2.5 è al di sotto della soglia di valutazione superiore, il 70% del valore limite (17 µg/m³), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso la modellizzazione numerica con l'utilizzo opzionale di misurazioni in loco con centraline mobili.

Valori limite per il PM10 - PM2.5

Particolato PM 10	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m³
	Annuo	40	µg/m³
Particolato PM 2.5	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	µg/m³
	Annuo al 2015	25	µg/m³

Soglie di valutazione per il PM10 - PM2.5

	Media su 24 ore PM10	Media annuale PM10	Media annuale PM2,5*
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 µg/m³)	70% del valore limite (17 µg/m³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 µg/m³)	50% del valore limite (12 µg/m³)

** La soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore del PM2,5 non si applicano alle misurazioni effettuate per valutare la conformità all'obiettivo di riduzione dell'esposizione al PM2,5 per la protezione della salute umana*

Il Dlgs 13 agosto 2010, n. 155 prevede per il PM10 il limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte l'anno. Nell'anno 2019 sulle stazioni di nostro interesse non si osservano superamenti del valore limite. Non risultano essere esplicitati i dati per la valutazione delle soglie, ma per analogia con gli altri parametri di monitoraggio del particolato si consiglia l'utilizzo di misurazioni in loco con centraline mobili.

- Biossido di zolfo (SO₂)

Nell'anno 2019 non si osservano superamenti del valore limite giornaliero (da non superare più di 3 volte per anno civile) di SO₂ di 125 µg/m³ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155), calcolato sulla concentrazione massima della media mobile di 8 ore, in nessuna stazione.

Nell'anno 2019 non si osservano superamenti del valore limite orario (da non superare più di 24 volte per anno civile) di SO₂ di 350 µg/m³ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155), calcolato sulla concentrazione massima oraria, in nessuna stazione.

Nell'anno 2019 non si osservano superamenti del Livello critico per la vegetazione (da non superare più di 3 volte per anno civile) di SO₂ di 500 µg/m³ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155), calcolato sulla concentrazione massima oraria, in nessuna stazione.

Valori limite per il SO₂

Biossido di zolfo	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m³
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m³
Biossido di zolfo	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km²	500	µg/m³

Soglie di valutazione per il SO₂

	Protezione della salute umana	Protezione della vegetazione
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite sulle 24 ore (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite sulle 24 ore (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Per la protezione della salute umana, nella maggior parte delle stazioni, il dato relativo alla concentrazione di questo inquinante è al di sotto della soglia di valutazione inferiore, 40% del valore limite (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) da non superare più di 3 volte per anno civile, per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

Per la protezione della vegetazione occorre conoscere il dato del periodo invernale, che non viene esplicitato nei rapporti annuali ARPA. Tuttavia tale dato è utile a conoscere quali soglie di valutazione siano superate e quindi quali tecniche di valutazione possano essere utilizzate.

- IPA – Benzo(a)pirene

L'analisi chimica di tale inquinante è stata effettuata sul filtro di PM10.

Nell'anno 2019 nelle stazioni di nostro interesse non risultano esserci criticità sul valore della concentrazione del Benzo(a)pirene: non si osservano superamenti del valore obiettivo di 1.0 ng/m^3 (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155).

Valore obiettivo per il Benzo(a)pirene

	Tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	31.12.2012
Benzo(a)pirene (1) art.9 – comma 2 del Decreto		1,0 ng/m³

Soglie di valutazione per il Benzo(a)pirene

		B(a)P
Soglia di valutazione superiore in percentuale del valore obiettivo		60% (0,6 ng/m ³)
Soglia di valutazione inferiore in percentuale del valore obiettivo		40% (0,4 ng/m ³)

Il dato relativo alla concentrazione di Benzo(a)pirene è al di sotto della soglia di valutazione superiore, il 60% del valore obiettivo (0.6 ng/m³), ma al di sopra della soglia di valutazione inferiore, il 40% del valore obiettivo (0.4 ng/m³), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso la modellizzazione numerica con l'utilizzo opzionale di misurazioni in loco con centraline mobili, come del resto già consigliato per l'analisi degli inquinanti relativi al particolato PTS (PM10-PM2.5).

- Piombo ed altri metalli

Il D.Lgs.155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per i seguenti metalli: Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo. Le analisi per la determinazione dei metalli vengono eseguite a partire da campioni di PM10, ottenendo soluzioni analizzate con spettrometria ad assorbimento atomico al fornetto di grafite.

Nell'anno 2019 nelle stazioni di nostro interesse sul valore della concentrazione del Piombo non si osservano superamenti del valore limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155).

Valori limite per il Piombo

Piombo	Anno	0.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
---------------	-------------	------------	--

Soglie di valutazione per il Piombo

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite ($0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite ($0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Per la protezione della salute umana, nella stazione di nostro interesse, il dato relativo alla concentrazione di questo inquinante è al di sotto della soglia di valutazione inferiore, 50% del valore limite ($0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), per cui l'analisi di tale inquinante può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

Nell'anno 2019 nelle stazioni di nostro interesse sul valore della concentrazione dell'Arsenico, Cadmio e Nichel non si osservano superamenti del valore obiettivo (stabilito dal Dlgs 13 agosto 2010, n. 155); il dato va attestandosi a cavallo dei:

- $0.31 \text{ ng}/\text{m}^3$ per l'Arsenico (valore obiettivo $6.0 \text{ ng}/\text{m}^3$);
- $0.15 \text{ ng}/\text{m}^3$ per il Cadmio (valore obiettivo $5.0 \text{ ng}/\text{m}^3$);
- $2.23 \text{ ng}/\text{m}^3$ per il Nichel (valore obiettivo $20.0 \text{ ng}/\text{m}^3$).

Valori obiettivo per gli altri metalli considerati nella normativa

Arsenico	Tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	6,0 ng/m³	31.12.2012
Cadmio		5,0 ng/m³	
Nichel		20,0 ng/m³	

Soglie di valutazione per gli altri metalli considerati nella normativa

	Arsenico	Cadmio	Nichel	
Soglia di valutazione superiore in percentuale del valore obiettivo	60% (3,6 ng/m ³)	60% (3 ng/m ³)	70% (14 ng/m ³)	
Soglia di valutazione inferiore in percentuale del valore obiettivo	40% (2,4 ng/m ³)	40% (2 ng/m ³)	50% (10 ng/m ³)	

Per la protezione della salute umana, nella stazione di nostro interesse, il dato relativo alla concentrazione di questi inquinanti è al di sotto della soglia di valutazione inferiore,

- per l'Arsenico 40% del valore limite (2.4 ng/m³),
- per il Cadmio 40% del valore limite (2.0 ng/m³),
- per il Nichel 50% del valore limite (10.0 ng/m³),

per cui l'analisi di tali inquinanti può essere realizzata attraverso l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva (le misurazioni in loco di tale inquinante non risultano essere obbligatorie).

18.6 LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL TERRITORIO DI STUDIO: SORGENTI DI INQUINAMENTO E RICETTORI SENSIBILI

Nell'area di studio, da quanto premesso, risulta che la fonte principale d'inquinamento è rappresentata dai veicoli che transitano sulle infrastrutture stradali; inoltre, tra le altre sorgenti che possono produrre significative emissioni in atmosfera, si individuano gli impianti tecnologici presenti nelle aree commerciali ed industriali del territorio.

Recettori particolarmente sensibili risultano essere le aree abitate a densità media, che si incontrano lungo il tracciato stradale.

La valutazione attuale delle concentrazioni degli inquinanti, sulla base dei resoconti dell'anno 2019 delle centraline ARPAC, non ha evidenziato situazioni di particolare criticità, quindi non risultano superamenti del valore limite degli inquinanti considerati.

Per quanto riguarda le soglie di attenzione, la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti ha evidenziato:

- superamenti delle soglie di valutazione superiori per il biossido di Azoto (NO₂).
- superamenti delle soglie di valutazione inferiori (ma non di quelle superiori) per il materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}) e per il Benzo(a)pirene (IPA).

Per il Piano Regionale della Qualità dell'Aria si deve, comunque, porre particolare attenzione per contenere l'incremento dell'attuale concentrazione degli inquinanti, prevenendo, in caso di significative emissioni in atmosfera, appropriati interventi di mitigazione che bilancino i livelli emessi.

18.7 IMPATTI INDOTTI DAI CANTIERI - INOPERAM

In fase di cantiere le sorgenti principali sono ascrivibili alle lavorazioni e al traffico indotto e possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- inquinanti gassosi (prevalentemente emissioni dei motori a combustione interna): CO (monossido di carbonio) e NOX (ossidi di azoto);
- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 μ m) e PTS (polveri totali sospese).

Deve essere evidenziato il ruolo critico giocato dal parametro PM10 originato tanto dal funzionamento dei motori a combustione dei mezzi d'opera che dalle altre attività ed il cui comportamento dispersivo risulta, di fatto, assimilabile a quello di un inquinante gassoso (prescindendo dalla sua composizione chimica).

Per definire gli ambiti di impatto potenziale sul territorio si possono fare le seguenti distinzioni:

- Ambito di impatto potenziale "Alto": distanza dal perimetro del cantiere inferiore a 100 m. I valori di concentrazione del PM10 possono risultare confrontabili con la soglia normativa assunta e non è possibile escludere l'eventuale superamento delle stesse in presenza di interventi di mitigazione insufficienti e condizioni meteorologiche e morfologiche non favorevoli.
- Ambito di impatto potenziale "Medio": distanza dal perimetro del cantiere inferiore a 250 m. I valori di concentrazione del PM10 possono risultare confrontabili come ordine di grandezza con il valore medio sulle 24 ore, ma si ritiene improbabile il superamento della soglia normativa.
- Ambito di impatto potenziale "Basso": oltre la distanza di 250 m è possibile ritenere che eventuali episodi critici caratterizzati da elevati valori delle concentrazioni di polveri possano considerarsi sporadici e conseguenza di concause particolarmente sfavorevoli nonché accidentali e conseguentemente di breve durata.

In generale gli impatti relativi ai cantieri sono considerati "reversibili a lungo termine", mentre i valori di "probabilità dell'impatto" sono valutati in funzione dell'ambito di

sensibilità ricadente all'interno del perimetro definito dalle distanze di analisi assunte. In particolare, nel caso di un ambito di impatto "Alto" (valore della "magnitudo" dell'impatto potenziale pari ad "A") ricadente su di un'area ad Alta sensibilità la probabilità dell'impatto è stata ipotizzata "Alta"; a parità di sensibilità del territorio, all'ambito di impatto "Medio" corrisponde un valore di probabilità dell'impatto "Medio"; viceversa, alla classe di sensibilità inferiore corrisponde una probabilità di impatto "Bassa".

Sulla base di quanto indicato sopra e considerando le distanze minime del progetto dai recettori sensibili esistenti nell'area, possiamo dire che le lavorazioni dei cantieri su tali recettori abbiano un Alto Impatto Potenziale sui di cantieri mobili TPL nei tratti stradali di attraversamento o strettamente limitrofi ai centri abitati.

Sul lungo periodo le attività di cantiere non producono alcun effetto su un eventuale aumento delle concentrazioni degli inquinanti.

Impatti determinati dal traffico indotto

Per l'approvvigionamento dei materiali ci si dovrebbe rivolgere a cave presenti nel basso Lazio o verso la Puglia. In ogni caso i mezzi dovranno percorrere l'attuale Telesina con un incremento rispetto agli attuali volumi di traffico di circa 20 Veic. pesanti/h.

Il contributo dovuto al traffico locale di flussi di traffico pesante indotti dai lavori, con fattori di emissione/veicolo tipo, può essere ritenuto poco significativo in termini di incidenza sulla variazione della qualità dell'aria, considerando anche i flussi attualmente presenti sulla Telesina.

Stoccaggio di materiale

Lo stoccaggio di materiali da costruzione o funzionali alla realizzazione di opere edili in cantiere è effettuato su piazzali esterni.

Considerando la produzione di polveri, nel primo caso possono essere individuati tre momenti in cui vi può essere emissione in atmosfera. Il primo è la fase di formazione del cumulo durante il quale il conferimento di materiale più fine può subire notevoli fenomeni di aerodispersione con entità direttamente proporzionale all'altezza da cui il materiale viene fatto precipitare ed inversamente proporzionale alla sua umidità.

Il secondo (affine al primo per modalità di emissione) è rappresentato dalle attività di prelevamento/aggiunta di materiale al cumulo, fase durante la quale la movimentazione favorisce l'aerodispersione. Il terzo momento è rappresentato dai periodi in cui il cumulo, pur non essendo oggetto di operazioni di prelievo/aggiunta di materiale, resta soggetto all'azione erosiva dei venti.

La quantità di emissione di polveri generate dalle operazioni relative allo stoccaggio in cumuli di materiale inerte varia sostanzialmente con il volume di materiale coinvolto nel ciclo di stoccaggio stesso. Le emissioni dipendono inoltre da tre parametri fondamentali connessi con le condizioni di ogni singolo cumulo: l'età dell'accumulo, l'umidità interna e la proporzione di materiale fine rispetto al totale.

Nel progetto di cantierizzazione per i campi base e i cantieri operativi la suddivisione tra area di deposito e area di cantiere vera e propria è stata fatta cercando di posizionare l'area operativa nella quale si muovono mezzi e macchinari sempre in posizione più distante dalle abitazioni.

Le aree di stoccaggio sono inoltre solo per lo stoccaggio del vegetale, le terre, sia esse da approwigionare che da inviare a discarica, non saranno infatti mai stoccate. Questa particolare situazione limiterà di molto l'emissione di polveri.

18.8 STUDIO DELLE MITIGAZIONI – FASE DI CANTIERE

Nel seguito si riportano indicazioni operative e gestionali per contenere la diffusione di polveri in fase di cantiere che dovranno essere seguite ed adattate alla specifica organizzazione di cantiere adottata dall'impresa.

Movimentazione dei mezzi d'opera

- Adeguata scelta del materiale costitutivo delle piste e dei piazzali

L'utilizzo di materie dure, non friabile (asfalto) è la principale metodologia primaria per ridurre la generazione di polvere dalle vie e dai piazzali di carreggio sterrati. È quindi consigliata l'asfaltatura della via di accesso al cantiere.

- Riduzione/gestione delle aree soggette ad impatto del vento

Le aree sterrate del sito non soggette al traffico dei mezzi saranno ridotte al minimo per contenere i fenomeni erosivi e dispersivi da parte del vento. Le aree soggette a rimozione della vegetazione sono solo quelle strettamente necessarie alle attività di cantiere.

- Tecniche di bagnatura di acqua

L'obiettivo delle tecniche di bagnatura è quello di prevenire che la polvere si liberi aumentando il contenuto di umidità del terreno e favorendo l'agglomerazione delle particelle aerodispersibili. A tale scopo sarà utilizzata la tecnica migliore prevista, consistente in irrigazioni periodiche di acqua su tutta l'area interessata dalle lavorazioni, con cadenza e durata regolate in funzione della stagione e delle condizioni meteorologiche;

- Pulizia delle strade

Sarà effettuata anche una periodica pulizia delle strade. L'obiettivo è quello di evitare il risollevarimento di materiale polverulento, trasportato dalla pioggia e dal vento che per varie ragioni (mezzi di trasporto stessi) viene reso disponibile alla aerodispersione.

- Lavaggio pneumatici

Sarà effettuata una pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, per cui in ogni accesso cantiere/area di deposito/area di lavorazione è prevista una zona apposita per la pulizia ad umido degli pneumatici.

Trasporto di materiale

- Scelta dei mezzi – protezione del carico

La conformazione dei mezzi deputati al trasporto del materiale può condizionare positivamente la possibilità di rilasci accidentali di polveri durante le fasi di trasporto.

Per cui i veicoli utilizzati per la movimentazione degli inerti saranno dotati di apposito sistema di copertura del carico durante la fase di trasporto, al fine di garantire l'assenza di fuoriuscite di materiale polveroso o particellare.

- Umidificazione del materiale

Al fine di limitare la tendenza del materiale trasportato alla dispersione è necessario garantire che lo stesso presenti un adeguato grado di umidità.

Stoccaggio di materiale

- Impiego di sistemi di protezione del vento

Saranno previsti adeguati sistemi di protezione del vento, che sarà schermato non solo al suolo ma anche alla quota massima del cumulo.

- Interventi di bagnatura dei cumuli

Sarà realizzata una programmazione di sistematiche operazioni di innaffiamento dei cumuli, con cadenza e durata regolate in funzione della stagione e delle condizioni meteorologiche.

Lavorazione del materiale

Per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e apparecchi per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncane, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, ecc.).

Emissioni da macchinari e macchine operatrici

Gli interventi che saranno realizzati per il contenimento delle emissioni di inquinanti da parte degli scarichi dei macchinari utilizzati sono sostanzialmente due: accurata scelta dei macchinari privilegiando quelli di recente costruzione e, limitatamente alle polveri, impiego di Filtri antiparticolato – FAP.

- Accurata scelta delle macchine

L'Unione Europea ha avviato da alcuni decenni una politica di riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti da parte degli autoveicoli e, più in generale, di tutti i macchinari dotati di motori alimentati da combustibili. Tale politica si è concretizzata attraverso l'emanazione di direttive che impongono alle case costruttrici di autoveicoli emissioni di inquinanti via via più contenute:

- Impiegare, ove possibile, apparecchi di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico;
- equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;
- le nuove macchine devono adempiere dalla rispettiva data della messa in esercizio la normativa vigente (D.M. Trasporti 20 dicembre 1999, attuativo della direttiva 97/68/CE e modifiche successive);
- macchine e apparecchi con motore diesel vanno possibilmente alimentati con carburanti a basso tenore di zolfo (es. tenore in zolfo <50ppm);

- Filtri anti particolato

In presenza di macchinari non conformi alle più recenti direttive europee in materia di emissioni, come soluzione alle emissioni di polveri inalabili/respirabili, saranno installati filtri allo scarico in grado di separare, con mezzi meccanici, la fase solida finemente dispersa nei gas di scarico.

19 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

19.1 PREMESSA

A seguito della lettura approfondita degli elaborati del progetto oggetto di SIA e della documentazione dello studio di impatto ambientale si è predisposto in questa sede il piano di monitoraggio del progetto, inteso come compendio puntuale ed esauriente delle modalità di valutazione dello stato ambientale in relazione alle sue diverse componenti. Il PMA è stato sviluppato sugli aspetti maggiormente significativi delle condizioni ambientali dell'area, cercando di garantire allo stesso tempo la significatività d'insieme delle rilevazioni con la loro sostenibilità economica.

Come noto il piano di monitoraggio assume valenza di strumento operativo per la verifica delle previsioni delle precedenti fasi progettuali e dello studio di impatto ambientale; inoltre, la sua prescrizione costituisce un fondamentale elemento di garanzia affinché il progetto sia concepito e realizzato nel pieno rispetto delle esigenze ambientali.

A tal proposito il PMA persegue diverse finalità che rendono conto dell'iter procedurale ambientale cui il progetto è stato sottoposto: il suo esperimento dovrà in primis verificare lo scenario previsionale ricostruito nel VIA e caratterizzare, dunque, l'evoluzione nel tempo dei cambiamenti ambientali durante la realizzazione dell'opera e nel corso del suo esercizio. Il PMA, inoltre, permetterà di far fronte a tutte le possibili occorrenze non paventate nella stesura del progetto e attivare dei sistemi di allarme che informino in tempo reale di qualunque scostamento dal quadro previsionale di riferimento; in questo modo, si potrebbero studiare in tempo reale le contromisure per le problematiche riscontrate, così come appurare l'effettiva adeguatezza delle eventuali opere di mitigazione. In ultima istanza, il Piano dovrà presentare tutti gli elementi utili alla commissione

VIA per la verifica della corretta esecuzione degli accertamenti e dell'avvenuto recepimento delle prescrizioni allegate al provvedimento di compatibilità ambientale.

In generale le finalità proprie del piano sono così sintetizzabili:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- Garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- Effettuare, nelle fasi di ante operam, di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

19.2 MODALITÀ DI ATTUAZIONE DEL PMA E GESTIONE DEI SUOI RISULTATI

La messa in opera delle direttive di piano presuppone alcuni passaggi interlocutori mirati all'approntamento del sistema operativo di acquisizione dati. Stabilite le linee guida del PMA, i responsabili della campagna di acquisizione dati dovranno effettuare dei sopralluoghi per valutare i modi più idonei per la materializzazione della stazione di rilevamento e di tutte le esternalità che potrebbero incidere sulle rilevazioni; è chiaro che la collocazione planimetrica della stazione dovrà essere univocamente georeferenziata e la sua materializzazione dovrà raccogliere preventivamente tutte le autorizzazioni ed i nulla osta del caso. Altri compiti riguarderanno, inoltre, il reperimento delle

apparecchiature stabilite dal progetto di PMA e la definizione dei protocolli più significativi per la conduzione delle prove e per l'emissione dei loro risultati, influenzati anche da evidenze e condizionamenti locali. La complessità di gestione di una mole di informazioni spesso gravosa impone, infine, un sistema organico per l'elaborazione e restituzione dei dati, secondo sistemi informativi (SIT) di uso comune, che rendano i dati facilmente fruibili sia nelle amministrazioni che da parte dei soggetti interessati; a tal proposito, onde evitare la ridondanza delle informazioni, i dati dovranno presentare alcuni requisiti e rispondere a criteri di completezza congruenza e chiarezza.

19.3 GESTIONE DELLE VARIANZE

Al monitoraggio ambientale è richiesta una struttura adattabile alle evenienze che di volta in volta possono registrarsi durante i lavori; pertanto, l'ipotesi di un sistema "rigido" non risponderebbe a questa esigenza e sarà scartata a priori. Il PMA dovrà, dunque, recepire in presa diretta qualsiasi variazione progettuale ed essere aggiornato rispetto alle nuove indicazioni o anomalie sperimentali evidenziate durante il suo corso.

19.4 STRUTTURA ORGANIZZATIVA PREPOSTA ALL'EFFETTUAZIONE DEL PMA

In merito alla complessità ed organicità del PMA è richiesta la definizione di un organigramma per l'attribuzione di ruoli, oneri, compiti e responsabilità per l'adempimento dei diversi punti del piano. Il referente del piano è il responsabile ambientale che rappresenta il tramite per l'accesso alle attività di investigazione da parte della commissione VIA; i suoi ruoli sono molteplici, e tra questi si riconosce l'obbligo perchè tutti gli obiettivi del piano vengano perseguiti nei tempi e nei modi predisposti nel documento di PMA. Il responsabile ambientale costituisce il trade union tra le diverse attività settoriali e scandisce le tempistiche ed il coordinamento degli accertamenti e dell'emissione dei flussi informativi, verificando la loro conformità agli standard e alle specifiche richieste; è,

inoltre, sua esclusiva prerogativa quella della produzione di relazioni di sintesi, di rendicontazione e di caratterizzazione dell'avanzamento del piano e delle sue risultanze da sottoporre mensilmente all'attenzione della commissione VIA. Tra le sue mansioni figura quella della nomina del personale specializzato e attestato per l'esecuzione in campo delle misurazioni.

Le linee guida stabilite dal ministero prevedono per il responsabile, inoltre, il compito di:

- predisporre e garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- predisporre la procedura dei flussi informativi del PMA, da concordare con la Commissione Speciale VIA;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- verificare, attraverso controlli periodici programmati, il corretto svolgimento delle attività di monitoraggio;
- predisporre gli aggiustamenti e le integrazioni necessarie ai monitoraggi previsti;
- assicurare il coordinamento tra gli specialisti settoriali, tutte le volte che le problematiche da affrontare coinvolgano diversi componenti e/o fattori ambientali;
- definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio e misure di salvaguardia, qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;

- assicurare il corretto inserimento dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel sistema informativo del PMA.

19.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Il primo elemento comune connesso alla caratterizzazione ambientale di un monitoraggio è costituito dalla sua articolazione temporale; a tal riguardo, questo è scandito secondo tre distinti momenti: Monitoraggio ante-operam, Corso d'opera e Post-operam.

- Il monitoraggio ante operam sarà predisposto per accertare lo stato fisico dei luoghi e le caratteristiche originarie dell'ambiente naturale ed antropico; la sua definizione è un aspetto fondamentale nella lettura critica degli effetti di un'opera sull'ambiente e consentirà di valutarne la sostenibilità fornendo il termine di paragone per la valutazione dello "stato ambientale attuale" nei vari stadi di avanzamento lavori.
- Il monitoraggio in corso d'opera avrà luogo durante tutto il corso delle lavorazioni, secondo i tempi e le modalità più opportune a caratterizzare e a verificare gli impatti. La sua realizzazione serve a valutare l'evoluzione degli indicatori ambientali nel tempo, affinché emerga l'effettiva incidenza degli impatti sulle componenti ambientali e sia possibile definire una modellizzazione del fenomeno, utile alla stesura di correttivi per la mitigazione; in tale fase sarà possibile, inoltre, acclarare ulteriori ed impreviste dinamiche di impatto che richiederanno pur anche la rielaborazione di alcune decisioni progettuali. La sua funzione assurge a strumento di prevenzione e precauzione, predisponendo una sorta di sistema di allerta per il contenimento del danno ambientale e la pianificazione delle rispettive contromisure.

- Il monitoraggio post operam viene effettuato durante la fase di esercizio dell'opera/infrastruttura e concorre a valutare la rispondenza degli scenari attuali rispetto a quelli previsionali ricostruiti nello studio di impatto ambientale e/o nelle precedenti fasi di monitoraggio. I valori ottenuti dalla campagna di acquisizione dati una volta confrontati con le determinazioni ante-operam consentiranno la determinazione degli scarti apprezzati negli indicatori ambientali e di valutare, dunque, eventuali deviazioni rispetto alle attese modellistiche. Tutto ciò assume una grande importanza perché potrebbe portare all'accettazione delle opere di mitigazione e compensazione ambientale allegata al progetto o richiederne l'integrazione; il fine prioritario di tale campagna resta comunque quello di controllare che l'insieme dei parametri prescelti per la caratterizzazione dello stato ambientale non superino i limiti ammissibili per legge.

19.6 COMPONENTE O FATTORE AMBIENTALE CONTENUTI NEL PMA

Il PMA predisposto prevede il monitoraggio delle seguenti componenti o fattori ambientali che saranno singolarmente dettagliate nella relazione specialistica:

- Atmosfera
- Ambiente idrico
- Suolo
- Vegetazione flora fauna ed ecosistemi
- Rumore
- Vibrazioni
- Paesaggio
- Stato fisico dei luoghi, aree di cantiere e viabilità
- Ambiente sociale

19.7 CRITERI DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

La gestione dei dati ambientali è un processo che va ben oltre la loro acquisizione e comporta l'applicazione di procedure consolidate per l'estrazione delle informazioni di sintesi utili ai fini interpretativi. Materializzata la rete di registrazione vera e propria, i dati ottenuti dovranno essere validati, ossia sottoposti ad un'analisi statistica volta a rilevare eventuali outlier, la cui presenza potrebbe inficiare sull'attendibilità dell'intera serie campionaria; ciò significa escludere quelle misurazioni marcatamente fuorvianti, frutto di errori sistematici o casuali di rilevazione o imputabili a particolari condizioni al contorno e archiviare i valori attendibili secondo un sistema pratico e di facile accesso. Il sistema di archiviazione dovrà consentire facili aggiornamenti ed essere accessibile alla consultazione e all'estrazione dei dati volta alla loro elaborazione, confronto e modellizzazione. I risultati di queste operazioni produrranno carte tematiche facilmente interpretabili sia da parte della commissione che del pubblico interessato. La tecnologia propone oramai una gamma molto ampia di strumenti per la gestione di banche dati, con ampie possibilità di inserimento, archiviazione, interrogazione e trasmissione dei risultati e gestibili attraverso gli oramai consueti sistemi informativi territoriali (S.I.T.) . La validazione dei dati, peraltro, non richiederà solo la loro congruenza, ma anche la loro "certificazione"; ciò significa produrre per ciascuno di essi il relativo "metadato", inteso come quel contenuto informativo che qualifica la loro rispondenza a taluni requisiti di qualità. La cura sull'attendibilità dei dati impone, peraltro, ulteriori obblighi procedurali che richiedono la validazione degli stessi e delle apparecchiature di acquisizione da parte di organismi terzi certificati ed il confronto delle risultanze ottenute con quelle estrapolate da altre reti di monitoraggio. A corredo delle diverse pubblicazioni dovrà essere prodotta opportuna documentazione tecnica per la ricostruzione dei fenomeni osservati e delle

eventuali contromisure intraprese per il loro contenimento. Tali emissioni, concordate con la commissione, dovranno essere in formati non modificabili, lasciando comunque impregiudicata la facoltà della commissione VIA ad accedere al sistema GIS utile alla gestione dei dati.

19.8 SISTEMA INFORMATIVO

La gestione dell'informazione passa per la realizzazione di un sistema informativo territoriale. Questo è un sistema che consente l'archiviazione, validazione, interrogazione, elaborazione, georeferenziazione, rappresentazione, scambio ed edizione dei dati ambientali e rappresenta, dunque, lo strumento basilare per la conduzione di un MA.

Un SIT non deve essere banalmente pensato come un mero sistema informatico, ma come il complesso delle interazioni che una rete di operatori coinvolti nella gestione dei dati ambientali concorre a definire e che annovera tra i suoi strumenti attuativi, i più diffusi applicativi informatici GIS.

In generale un SIT è costituito da un'adeguata piattaforma hardware/software, da una base informativa georiferita e da una serie di strumenti atti alla gestione dei dati. Questi ultimi saranno organizzati in una banca dati relazionale (RDBMS) che, attraverso un geocodice, punta a delle coordinate cartografiche che ne consentono la collocazione spaziale. Le prescrizioni ministeriali indicano nel sistema cartografico WGS84/UTM la base per la rappresentazione dei dati ambientali, onde rendere la rete di monitoraggio interfacciabile con gli standard del portale cartografico nazionale e della suite implementata dal MATTM e diffusa presso le sue diverse sedi ed autorità locali. Il sistema informativo dovrà comunque rispondere ai seguenti criteri generali:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;

- compatibilità con i principali pacchetti Sw in uso presso MATTM e ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati.

20 INTERFERENZE

Nella fase di progettazione definitiva è stata condotta una campagna di indagine delle interferenze con lo scopo di accertarne il numero, la posizione e la tipologia. La posizione delle stesse sarà riportata anche sugli elaborati di Progettazione Definitiva svolta dal Gruppo di Progettazione.

L'indagine si è svolta seguendo varie fasi:

- Primo sopralluogo sui luoghi, necessario per poter definire l'entità delle interferenze presenti;
- Comunicazione agli Enti (Enel, Telecom, Snam, Enti di irrigazione, Comuni,..) della fase di progettazione in atto e, di voler evidenziare la presenza di eventuali interferenze ;
- Georeferenziazione della cartografia su cui sono riportate le interferenze con le mappe catastali e il progetto;
- Campagna di foto debitamente geo referite;
- Elaborazione delle schede monografiche composte da:
descrizione della interferenza, stralcio planimetrico, foto della interferenza, progressiva della interferenza rispetto al progetto, quota della interferenza, soluzione per la ridefinizione della interferenza.

21 ESPROPRI

21.1 PREMESSA

Per la realizzazione del presente progetto, tutti i tratti sono interessati, in maggior o minor grado da espropri o da occupazioni temporanee di aree.

Gli interventi in oggetto prevedono l'ampiamiento della sede stradale, nelle zone adiacenti alla sede stradali, sono state previste delle occupazioni temporanee funzionali all'esecuzione dei lavori.

Gli espropri e le occupazioni temporanee previste dal progetto ricadono nei territori dei comuni di Caianello, Vairano Patenora, Pietravairano, Baia e Latina, Dragoni, Alvignano, Alife, Gioia Sannitica e Ruviano in Provincia di Caserta ed i Comuni di Faicchio, Puglianello e San Salvatore Telesino in Provincia di Benevento.

Nel presente capitolo si propone di esplicitare le procedure riguardante l'esproprio di pubblica utilità da porre in atto nell'ambito dell'attuazione del presente progetto.

Per quanto riguarda la conoscenza dello stato dei luoghi, sono stati realizzati opportuni sopralluoghi e rilievi mirati a verificare le stime d'indennità, in particolare per quanto riguarda la presenza di colture, l'eventuale esistenza di costruzioni e l'individuazione di eventuali danni indiretti provocati dai lavori.

21.2 MAPPE CATASTALI

La mappa catastale, utilizzata come supporto di base per la stesura delle tavole del piano particellare, è stata reperita presso l'Agenzia delle Entrate di Caserta e Benevento Ufficio del Territorio in formato digitale.

Tale cartografia è poi stata trasferita su software topografici appropriati con specifici criteri suddividendo le varie entità (linee di particelle, linee di fabbricati, corsi d'acqua, strade ecc.) in layer precostituiti nel file prototipo. Dalla consultazione sono emersi dati

catastali delle aree interessate dall'intervento per come riportato negli allegati elaborati grafici ed elenco descrittivo delle proprietà interessate.

21.3 GEOREFERENZIAZIONE

Il progetto è riferito ad un sistema di coordinate rettilinee che sono state anche georeferenziate su base cartografica Gauss-Boaga, quindi, al fine di consentire una corretta trasposizione dal sistema catastale (Cassini-Soldner) è stato necessario rototraslare le mappe catastali sulla cartografia base di progetto (ortofoto-Lidar), in seguito a rilievo eseguito con GPS RTK dei punti di controllo omologhi utilizzati è stata operata una roto-traslazione Baricentrica (Rigida, Ponderata) in modo da redigere l'elaborato grafico del piano particellare di esproprio.

21.4 LE TAVOLE GRAFICHE DEL PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO

- La simbologia dei titoli di occupazione:

Le aree sono opportunamente individuate nella tavola di piano particellare per mezzo di apposita campitura colorata. In particolare, è stata utilizzata una colorazione rossa per le aree soggette ad esproprio e colore verde per le aree soggette ad occupazione temporanea.

- I dati censuari catastali:

Individuate le particelle interessate dalle occupazioni sono state eseguite le relative ispezioni catastali aggiornati all'attualità per determinarne i dati identificativi (intestazione, superficie, redditi ecc.). Tali ispezioni sono state eseguite tramite il portale SISTER presso Agenzia delle Entrate -Uff. del Territorio di Caserta e Benevento.

- Elenco Ditte:

Tutte le informazioni relative alle visure catastali nonché quelle relative alle informazioni sulle superfici delle aree da occuparsi sono riassunte nella scheda dell'Elenco Ditte. In tale elenco sono riportati per ogni ditta catastale intestata:

- la provincia ed il comune della particella interessata;
- i dati catastali delle particelle occupate;
- il dettaglio delle superfici delle aree da occupare ed espropriare;
- il valore del bene oggetto di esproprio ed occupazione determinato in base ai VAM attualmente in vigore nonchè in base al valore di mercato in seguito ad indagini eseguiti in zona e quindi il valore finale, per singolo immobile dell'indennità complessiva di esproprio, nella determinazione del valore unitario di esproprio si è tenuto conto anche delle previsioni dei P.U.C. dei comuni interessati.

22 FASE DI COSTRUZIONE

L'opera, sotto il profilo della cantierizzazione, è stata suddivisa nei tre tronchi A, B e C come di seguito indicato:

- Tronco C - da prog. 0+000 a prog. 10+500
- Tronco B - da prog. 10+500 a prog. 23+940
- Tronco A - da prog. 23+940 a prog. 36+550

Il tronco A sarà il primo ad essere realizzato, in quanto limitrofo al lotto già adeguato a doppia carreggiata; ad esso seguirà il tronco B ed infine il Tronco C.

La denominazione dei tronchi è stata scelta sulla base del senso di avanzamento dei lavori che partirà dal lotto precedente in corrispondenza dello svincolo di San Salvatore Telesino con il tronco A e fino a Caianello con il tronco C.

Ogni tronco è stato ulteriormente diviso in 3 cantieri intervallati dagli svincoli di progetto in maniera da poter aprire ogni singola tratta utilizzando le rampe di immissione e di uscita dell'intersezione per la creazione della seconda corsia in entrambi i sensi di marcia.

Tale sistema porta con sé il vantaggio di ridurre al minimo le manovre che gli utenti devono attuare nella zona di transizione per passare dal tratto a singola corsia per senso di marcia al tratto a doppia corsia per senso di marcia e carreggiate separate, il tutto a vantaggio del livello di sicurezza durante la fase cantiere.

Con la suddivisione dell'intervento in tronchi e cantieri si avranno un totale di 9 cantieri o aree di lavoro, gestiti da 3 campi base (CB_01, CB_02, CB_03) disposti lungo il tracciato e da 4 cantieri operativi (CO_01, CO_02, CO_03, CO_04).

Oltre ai campi base e ai cantieri operativi lungo il tracciato sarà previsto l'allestimento di un'area tecnica in corrispondenza delle opere d'arte maggiori e delle opere d'arte minori di maggiore estensione.

La scelta dei siti sui quali impiantare le aree di cantiere, è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico
- necessità di limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine alle aree di lavoro ed agli assi viari principali.
- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti e/o con sedi stradali adeguate al transito pesante;
- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- buona disponibilità idrica ed energetica;
- lontananza da zone residenziali significative e da ricettori sensibili (scuole, ospedali, ecc.);
- adiacenza alle opere da realizzare;
- morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale;
- vicinanza ai siti di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo;

Riassumendo, per la realizzazione delle opere di progetto sono state previste le aree di cantiere che vengono di seguito indicate, distribuite lungo il tracciato in modo che ciascuno dei 3 tronchi abbia un cantiere base/operativo:

- un Cantiere Base e due Operativo a servizio del tronco A:

- Cantiere base (C.B_03) del Tronco A;
- Cantiere operativo (C.O_04) del Tronco A;
- Cantiere operativo (C.O_03) del Tronco A;
- un Cantiere Base (C.B._02) a servizio del tronco B;
- un Cantiere Base due Operativo a servizio del tronco C:
 - Cantiere base (C.B_01) del Tronco C;
 - Cantiere operativo (C.O_01) del Tronco C;
 - Cantiere operativo (C.O_02) del Tronco C;
- Aree tecniche in prossimità di tutte le opere da realizzare;
- Le aree di Stoccaggio terre saranno realizzate in prossimità sia dei 3 campi base che dei 4 cantieri operativi.

I dati principali delle singole aree sono sintetizzati nelle tabelle seguenti:

CANTIERI BASE E OPERATIVI					
ID	Km	AREA (mq)	TRONCO	TIPOLOGIA DI CANTIERE	COMUNE
CO_01	0+675	4.500	C	CANTIERE OPERATIVO	CAIANELLO
CB_01	6+470	8.300	C	CANTIERE LOGISTICO	PIETRAVAIRANO
CO_02	11+100	16.100	C	CANTIERE OPERATIVO	PIETRAVAIRANO
CB_02	20+100	12.900	B	CANTIERE LOGISTICO	DRAGONI
CO_03	24+639	3.200	A	CANTIERE OPERATIVO	ALVIGNANO
CO_04	26+149	3.300	A	CANTIERE OPERATIVO	GIOIA SANNITICA
CB_03	32+900	13.300	A	CANTIERE LOGISTICO	FAICCHIO

Lungo il tracciato in corrispondenza delle opere d'arte maggiori sono state previste delle aree tecniche necessarie alle operazioni di realizzazione dell'opera essenzialmente legate all'assemblaggio degli impalcati e al varo, elencate nella seguente tabella.

AREE TECNICHE		
Nome	Ubicazione km	Area (mq)
AT01	1+400	1372
AT02	7+900	3589
AT03	16+700	996
AT04	19+950	2960
AT05	22+400	1406
AT06	24+050	2005
AT07	25+150	4118
AT08	25+700	4761
AT09	26+000	3688
AT10	27+600	1503
AT11	28+400	2227
AT12	30+150	2851
AT13	31+300	2996
AT14	31+550	3396

Le aree hanno dimensioni differenti in funzione sia dell'orografia presente che delle di-
 mensioni delle opere da assemblare.

AREE STOCCAGGIO TERRE				
ID	Km	AREA(mq)	TRONCO	Comune
AD01	0+675	18.500	C	CAIANELLO
AD02	6+470	21.200	C	PIETRAVAIRANO
AD03	11+100	23.000	C	PIETRAVAIRANO
AD04	20+100	30.600	B	DRAGONI
AD05	24+639	24.000	A	ALVIGNANO
AD06	26+149	11.200	A	GIOIA SANNITICA
AD07	32+900	33.000	A	FAICCHIO

I Cantieri Base e Operativi mantengono la loro ubicazione per tutta la durata dei lavori, le aree tecniche e di stoccaggio, possono essere dismesse rispettivamente appena vengono completate le opere di pertinenza o appena si alloca il materiale stoccato.

Si riporta di seguito la descrizione delle funzioni e delle dotazioni tipo per ciascuna area del sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione delle opere in oggetto.

ID	KM	MQ	TIPOLOGIA CANTIERE	TRONCO	ATTIVITÀ	APPRESTAMENTI MEZZI MACCHINARI
CB_01	6+470	8.300	LOGISTICO	C	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls lavaggio e riparazione mezzi	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiana, presidio medico ecc) officina
CO_01	0+675	4.500	OPERATIVO	C	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls lavaggio e riparazione mezzi	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiana, presidio medico ecc) officina macchina per pali, trivelle autocarri, escavatori sega circolare, piegaferri, trapani, betoniere autogrù asfaltatrice
CO_02	11+100	16.100	OPERATIVO	C	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiana, presidio medico ecc) officina macchina per pali, trivelle autocarri, escavatori

ID	KM	MQ	TIPOLOGIA CANTIERE	TRONCO	ATTIVITÀ	APPRESTAMENTI MEZZI MACCHINARI
					in cls lavaggio e riparazione mezzi	sega circolare, piegaferri, trapani, betoniere autogrù asfaltatrice
CB_02	20+100	12.900	LOGISTICO	B	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls lavaggio e riparazione mezzi	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiania, presidio medico ecc) officina
CO_03	24+639	3.200	OPERATIVO	A	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls lavaggio e riparazione mezzi	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiania, presidio medico ecc) officina macchina per pali, trivelle autocarri, escavatori sega circolare, piegaferri, trapani, betoniere autogrù asfaltatrice
CO_04	26+149	3.300	OPERATIVO	A	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls lavaggio e riparazione mezzi	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiania, presidio medico ecc) officina macchina per pali, trivelle autocarri, escavatori sega circolare, piegaferri, trapani, betoniere autogrù asfaltatrice

ID	KM	MQ	TIPOLOGIA CANTIERE	TRONCO	ATTIVITÀ	APPRESTAMENTI MEZZI MACCHINARI
CB_03	32+900	13.300	LOGISTICO	A	servizi logistici alle maestranze deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls lavaggio e riparazione mezzi	Baraccamenti logistici (dormitori, spogliatoi e servizi igienici, ufficio, guardiana, presidio medico ecc) officina

AREE TECNICHE

ID	KM	AREA	TRONCO	ATTIVITÀ	MEZZI MACCHINARI
Tutte le Aree Tecniche	-	-	-	allestimenti logistici deposito materiali taglio ferri, preparazione casseforme, getti in cls varo e posa in opera di impalcati	macchina per pali, trivelle autocarri, escavatori sega circolare piegaferrì, tra-pani, betoniere autogrù, asfaltatrice

AREE DI STOCCAGGIO TERRE

ID	KM	Mq	TRONCO	ATTIVITÀ	MEZZI E MACCHINARI
AD01	0+675	18.500	C	Deposito provvisorio terre e terreno vegetale	Autocarri escavatori pale terne
AD02	6+470	21.200	C		
AD03	11+100	23.000	C		
AD04	20+100	30.600	B		
AD05	24+639	24.000	A		
AD06	26+149	11.200	A		
AD07	32+900	33.000	A		

Le viabilità pubbliche limitrofe alle aree di cantiere che verranno utilizzate per gli spostamenti dei mezzi di cantiere saranno costituite dalla SS372 stessa, dalle SP70, SP91, SP122 SP73, SP106, SP108, SS87, dalle viabilità comunali e anche poderali da adeguare.

I mezzi percorreranno dette viabilità principalmente per raggiungere le aree di lavoro, approvigionare i materiali necessari nelle aree di lavorazione e per trasportare i materiali in esubero provenienti dagli scavi alle aree di stoccaggio temporaneo.

Successivamente all'impianto dei cantieri e alle operazioni di scotico, al fine di mitigare gli impatti del cantiere sulla circolazione ordinaria, saranno realizzate delle piste lungo tutto il sedime di progetto per il trasporto e lo smistamento dei materiali sia provenienti dagli scavi che da cave di prestito.

Nell'ambito delle attività di realizzazione dell'opera saranno comunque previsti appositi interventi di ripristino/manutenzione delle viabilità comunali e poderali interessate dai flussi di traffico di cantiere.

Tali interventi, inseriti nelle somme a misura del computo metrico, saranno riferibili alle seguenti tipologie:

- Risanamenti superficiali del manto pavimentato: ripristino di buche diffuse e/o isolate;
- Risanamenti profondi: prevedono la demolizione completa di porzione dei tratti ammalorati delle pavimentazioni esistenti ed il rifacimento completo della sovrastruttura stradale;
- Ripavimentazioni dello strato di usura: prevede la scarifica ed il rifacimento del manto di usura dei tratti ammalorati;
- Rifacimento della segnaletica stradale orizzontale.

Inoltre per prevenire l'ammaloramento della sede statale pubblica in genere (statali, provinciali, comunali, etc) saranno installati idonei **impianti lava ruote** in corrispondenza dell'immissione sulla viabilità ordinaria.

22.1 RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEL CANTIERE

Verranno presi tutte gli accorgimenti necessari a ridurre al minimo l'impatto ambientale del cantiere in oggetto. Nello specifico le misure prese in considerazione sono le seguenti:

- Contenimento delle emissioni inquinanti nell'atmosfera attraverso la copertura dei carichi durante i trasporti, la pulizia degli pneumatici dei veicoli di cantiere, il rispetto della bassa velocità di transito dei mezzi, la predisposizione di impianti a pioggia per le aree destinate a deposito di inerti, la riduzione delle superfici non asfaltate e l'innaffiamento delle viabilità di cantiere
- Contenimento delle emissioni acustiche tramite la corretta scelta delle macchine e attrezzature prediligendo macchinari omologati in conformità alle direttive europee e il più possibile insonorizzati, la manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere
- Misure per la salvaguardia della qualità delle acque facendo particolare attenzione a tutte le lavorazioni e le attività che potrebbero determinare un'alterazione della qualità delle acque
- Modalità di stoccaggio dei rifiuti garantendo adeguate modalità trattamento e smaltimento e individuando aree di deposito degli stessi lontane dai baraccamenti e adeguatamente cintate e protette

- Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose effettuate con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti
- Impianti lavar ruote in conformità all'art. 15 del Codice della Strada che vieta di "gettare o depositare rifiuti o materie di qualsiasi specie, insudiciare e imbrattare comunque la strada e le sue pertinenze" e vieta di "apportare o spargere fango o detriti anche a mezzo delle ruote dei veicoli provenienti da accessi e diramazioni"
- Cannoni nebulizzatori al fine di ridurre polvere e odori sgradevoli
- Recinzioni metallica con telo antipolvere
- Aree di stoccaggio dei materiali inquinanti costituite da idonea copertura anti-pioggia, idoneo sistema di raccolta e trattamento acque di percolazione e idonea impermeabilizzazione dello strato di sottofondo, al fine di evitare contaminazioni degli strati del sottosuolo e della falda
- Trattamento delle acque meteoriche di cantiere minimizzando i rischi, nella fase di scelta dei siti di cantiere in modo tale da non entrare direttamente in conflitto con i corsi d'acqua presenti, in seguito predisponendo gli accorgimenti in corrispondenza delle aree di cantiere predisponendo le necessarie impermeabilizzazioni e la realizzazione di adeguate opere fognarie.

22.2 ORGANIZZAZIONE DELLE FASI OPERATIVE

Come detto l'intervento di progetto è stato diviso in 3 tronchi così definiti:

- Tronco C - da prog. 0+000 a prog. 10+500
- Tronco B - da prog. 10+500 a prog. 23+940
- Tronco A - da prog. 23+940 a prog. 36+550

La successione delle attività avverrà lungo il tracciato di progetto secondo 9 estese di cantiere consecutive: 3 per ogni singolo tronco con lunghezza variabile.

Ognuna delle singole estese di cantiere è a sua volta suddivisa in un cantiere di ampliamento della nuova carreggiata fuori sede ed in uno di adeguamento della carreggiata esistente.

La lunghezza delle aree di cantiere coincide o con i tratti stradali in cui l'allargamento della nuova carreggiata passa dal lato direzione Benevento a quello Caianello e viceversa, oppure con i tratti ricompresi tra due svincoli. Tale scelta è stata dettata:

- dalla necessità di individuare tratti di intervento significativi per l'esecuzione dei lavori e contemporaneamente limitare le soggezioni al traffico con carreggiata ridotta sul sedime esistente;
- dalla possibilità nelle zone iniziali e terminali di ogni singolo cantiere di gestire i flussi di traffico tra carreggiata esistente e carreggiata ampliata essendo zone in cui le due piattaforme sono sostanzialmente in quota. Laddove non sia possibile garantire tale aspetto saranno realizzate delle modeste rampe con opere di sostegno provvisorie realizzate tramite muri in terra rinforzata.

L'intervento sarà quindi organizzato procedendo a partire dal tronco A fino al C. Per ciascuna estesa dei 9 cantiere, i lavori di adeguamento del tratto stradale di progetto saranno articolati sostanzialmente in 2 fasi:

- la prima per la realizzazione della parte di nuova carreggiata non interferente con la sede attuale, su cui il traffico viene organizzato a 2 corsie da 3.75m, una per ogni senso di marcia, e piattaforma ridotta a 7.50m.

Si eseguiranno tutte le lavorazioni per la realizzazione della nuova carreggiata che non interferiscano con la sede attuale, si procede alla realizzazione delle opere di sostegno in corrispondenza della nuova carreggiata, dei viadotti nuovi in

affiancamento agli esistenti, dei nuovi cavalcavia, alla realizzazione di parte dei nuovi tombini/scatolari ed al loro prolungamento alla costruzione della piattaforma stradale, a meno del binder e della segnaletica definitiva.

Per garantire la realizzazione dei sovrappassi nelle varie fasi costruttive, le operazioni di varo delle travi principali avverranno in orario notturno con chiusura della viabilità e deviazione del traffico su percorso alternativo.

- la seconda, in cui il traffico viene spostato sulla nuova carreggiata, utilizzandone in fase provvisoria le due corsie da 3.75m per il doppio senso di marcia, come nella configurazione attuale, con piattaforma a disposizione del traffico paria a 9.50.

Verranno eseguiti i lavori di adeguamento della carreggiata esistente alla sezione stradale finale prevista in progetto, compreso il completamento delle opere di attraversamento realizzato parzialmente nella fase precedente, le opere di sostegno e gli interventi di nuova realizzazione o adeguamento dei ponti e viadotti.

La separazione e la protezione del cantiere dal traffico sarà assicurata dall'installazione di barriere new-jersey in cls con rete antipolvere e antivisuale.

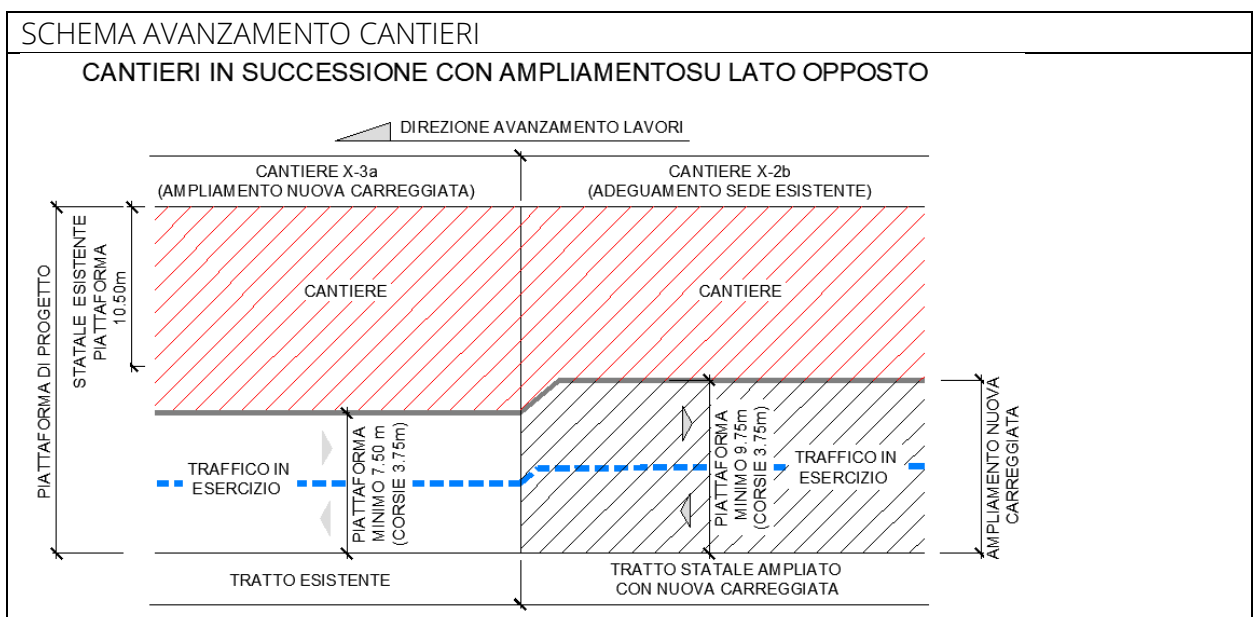
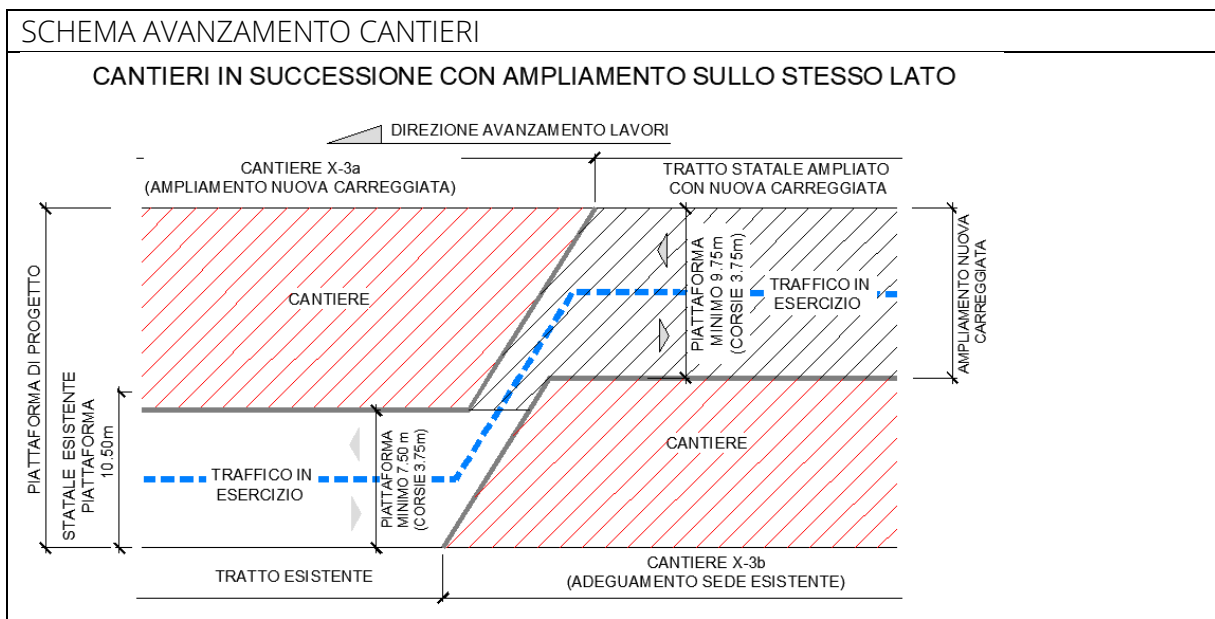
L'apertura dei cantieri prevede inoltre che, una volta realizzata una tratta di ampliamento della nuova carreggiata, nella fase successiva i lavori procedono contemporaneamente con il cantiere in ampliamento consecutivo e con l'adeguamento del sedime esistente del tratto precedentemente ampliato.

Tale contemporaneità e sovrapposizione dei cantieri consente un avanzamento complessivo delle attività di adeguamento/ampliamento e la possibilità:

- di attivare in successione tratti completi a 4 corsie in ragione della progressione di lavori;

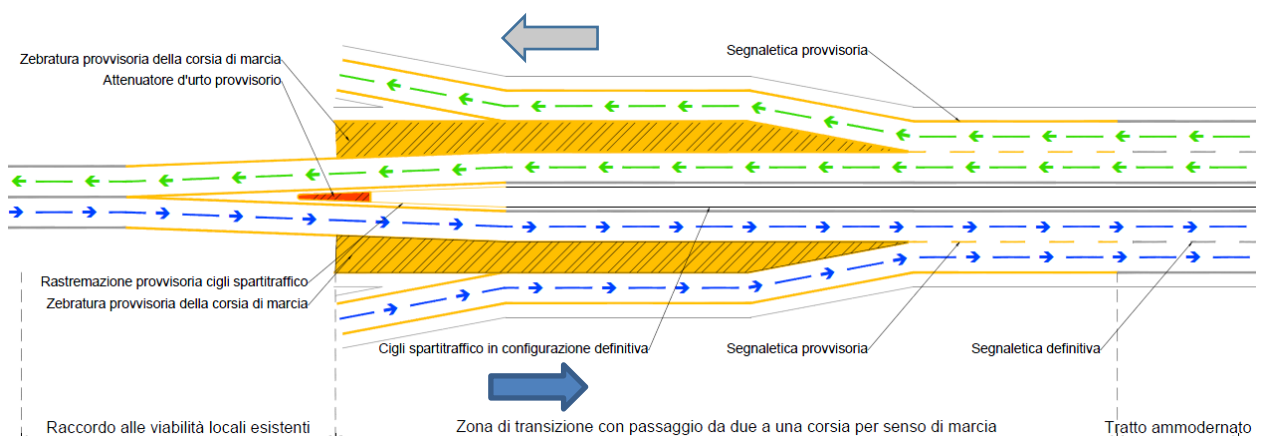
- di poter massimizzare il riutilizzo delle pavimentazioni esistenti per il confeziona-
 mento di quelle di progetto.

Di seguito si riporta lo schema di avanzamento dei cantieri descritto con la contestuale gestione del traffico veicolare.



22.3 APERTURA AL TRAFFICO A 4 CORSIE

Come anticipato l'avanzamento dei cantieri consente di procedere in modo omogeneo lungo la statale con le attività di ampliamento della nuova carreggiata e quelle di adeguamento della sede esistente. Pertanto è possibile attivare in successione tratti completi a 4 corsie in ragione della progressione di lavori al raggiungimento di ogni svincolo.



Schema passaggio da 2 a 4 corsie in corrispondenza degli svincoli

L'apertura a 4 corsie avverrà secondo le fasi evidenziate nei precedenti schemi.

Per evitare pericolosi restringimenti della carreggiata nei tratti di passaggio da 4 a 2 corsie, questi saranno attuati esclusivamente in corrispondenza dei nuovi svincoli realizzati/adequati secondo il seguente schema (in blu ed in verdi le due correnti di flussi di traffico).

Tale soluzione consente di ridurre il numero delle corsie nel passaggio da 2 ad 1, imponendo a quella di marcia, tramite preselezione con adeguata segnaletica stradale, l'obbligo di uscita sulla rampa di diversione dello svincolo.

Nella direzione opposta dovrà altresì essere previsto apposito attenuatore d'urto in corrispondenza dell'avvio dello spartitraffico nella zona di transizione da 1+1 a 2+2 corsie.

23 CRONOPROGRAMMA

La procedura attuale prevede la redazione del Progetto Definitivo e, successivamente alla sua approvazione, la redazione di un Progetto Esecutivo a base della gara di appalto.

La durata complessiva dei lavori è stimata in circa 2.290 giorni naturali e consecutivi come indicato negli elaborati *Cronoprogramma lavori sintetico_tronchi e fasi T00_CA00_CAN_CR01* e *Cronoprogramma lavori_tronchi fasi opere T00_CA00_CAN_CR01*

ai quali si rimanda.