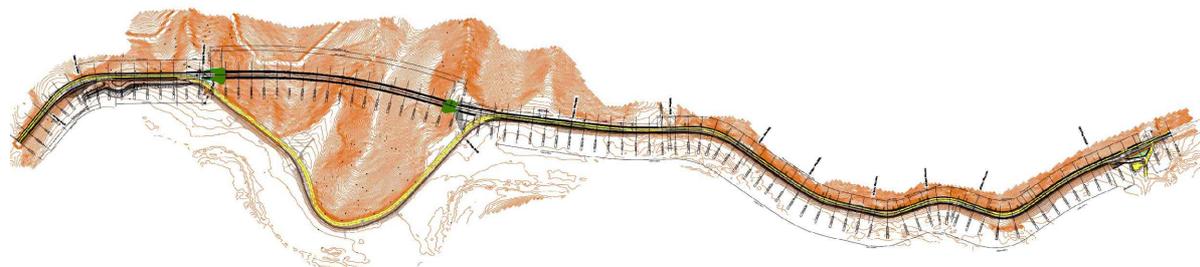


S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 41+500 al km 51+500
STRALCIO 1 - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 49+300 al km 51+500



PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI
Ordine degli Ingegneri della
provincia di Roma n° A26211
(Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI
Ordine degli Ingegneri della
provincia di Roma n° 10112
(Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro MICHELI

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

A002

A - ELABORATI GENERALI

A0 - ELABORATI DI INQUADRAMENTO

RELAZIONE TECNICO GENERALE ILLUSTRATIVA

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0374D2201

NOME FILE

A002-T00EG00GENRE01_A.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB.

T00EG00GENRE01

A

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

FEBBRAIO
2023

ING. VALERIO
BAJETTI

ING. GIANCARLO
TANZI

ING. VALERIO
BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

SOMMARIO

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | PREMESSE..... | 3 |
| 2 | IL GRAFO STRADALE DELLA ZONA..... | 4 |
| 3 | IL QUADRO NORMATIVO..... | 5 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO | 7 |
| 4.1 | INQUADRAMENTO TETTONICO GENERALE..... | 8 |
| 4.2 | CARATTERISTICHE GEOLOGICHE..... | 11 |
| 4.2.1 | Cenni di geologia regionale..... | 11 |
| 4.2.2 | Geologia dell'area in studio..... | 13 |
| 4.3 | CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE | 17 |
| 5 | LE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE..... | 19 |
| 6 | IL RILIEVO ESEGUITO..... | 21 |
| 7 | L'INQUADRAMENTO SISMICO DELL'OPERA..... | 22 |
| 7.1 | IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI | 22 |
| 7.2 | PARAMETRI SISMICI DI PERICOLOSITÀ DI BASE..... | 24 |
| 7.3 | CATEGORIA DI SOTTOSUOLO..... | 26 |
| 7.4 | CONDIZIONI TOPOGRAFICHE..... | 27 |
| 7.5 | FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA | 27 |
| 7.6 | SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER LO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA | 28 |
| 8 | IL PROGETTO STRADALE | 31 |
| 8.1 | PREMESSE..... | 31 |
| 8.1 | DATI DI PROGETTO..... | 31 |
| 8.2 | SEZIONI TIPO | 32 |
| 8.3 | DESCRIZIONE DEL TRACCIATO | 32 |
| 8.4 | VERIFICHE DI RISPONDENZA AL DM 05/11/2001 | 33 |
| 8.4.1 | Verifiche di visibilità' | 33 |
| 9 | MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA STRADALE | 34 |
| 9.1 | SEGNALETICA..... | 34 |
| 9.1.1 | SEGNALETICA ORIZZONTALE..... | 34 |
| 9.1.2 | SEGNALETICA VERTICALE | 35 |
| 9.2 | BARRIERE DI SICUREZZA | 37 |
| 10 | PISTA CICLABILE | 37 |
| 11 | LE OPERE STRUTTURALI | 38 |
| 11.1 | LE GALLERIE ARTIFICIALI E I MURI DI APPROCCIO | 38 |
| 11.2 | LE OPERE IDRAULICHE | 41 |
| 11.2.1 | I tombini circolari Ø1500 | 41 |
| 11.2.2 | Il tombino scatolare | 43 |
| 11.2.3 | Il ponticello alla progressiva 1+315..... | 44 |
| 11.3 | LE OPERE DI SOSTEGNO..... | 45 |
| 12 | IL PROGETTO IDRAULICO..... | 46 |
| 12.1 | INQUADRAMENTO NORMATIVO..... | 46 |
| 12.2 | VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON I PIANI DI BACINO..... | 46 |

| | | |
|------|--|----|
| 12.3 | INDIVIDUAZIONE E RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE | 48 |
| 12.4 | CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI | 49 |
| 12.5 | PLUVIOMETRIA | 50 |
| 12.6 | STIMA DELLE PORTATE AL COLMO | 50 |
| 12.7 | VERIFICA DEI TOMBINI DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO DI PROGETTO..... | 52 |
| 12.8 | VERIFICA DELLA CANALETTA RETTANGOLARE IN CLS | 54 |
| 13 | ESPROPRI | 55 |
| 14 | LE INTERFERENZE | 55 |
| 15 | LA STIMA LAVORI E I COMPUTI METRICI..... | 56 |
| 16 | LA CANTIERISTICA | 56 |

1 PREMESSE

Il Progetto definitivo di cui la presente relazione fa parte riguarda la "Rettifica del tracciato e adeguamento alla sez. tipo C2 della S.S. 685 "delle tre valli umbre" dal km 49+300 al km 51+500"; il progetto costituisce il 1° stralcio funzionale dell'adeguamento della S.S.685 nel tratto che va dal km 41+500 al km 51+500, da attuare nel medio termine.

Come già esposto nella relazione suddetta, la finalità generale dell'intervento è quella di migliorare l'accessibilità all'area del cosiddetto "Cratere del terremoto" o "Cratere sismico" (con particolare riferimento alle aree che comprendono i centri di Norcia, Sellano, Cerreto di Spoleto, Visso) dalla viabilità primaria costituita dal tratto della S.S. 685 Spoleto-S. Anatolia di Narco e tramite questo, da Spoleto, dalla S.S. 3 in direzione Foligno-Perugia o Terni-Orte e dalla S.S. 685 in direzione Acquasparta / S.S. 3bis Perugia-Orte (A1).

Il tracciato della S.S.685 preso in esame è quello di fondo valle Nera che va dal km 41+500 (1 km dopo l'abitato di Borgo Cerreto) al km 51+500 (300 m prima dello svincolo con la SP 469 in prossimità di Castel S.Felice); all'interno di questo è stato individuato come 1° Stralcio, in relazione ai finanziamenti disponibili, il tratto terminale dal km 49+300 (intersezione con la SP 472 "di Vallo di Nera") al km 51+500.

L'obiettivo dell'intervento consiste nell'adeguamento (ove possibile) alla sezione tipo di rango inferiore prevista dal D.M. 05/11/2001 per le strade extraurbane secondarie, ovvero la sezione tipo C2, avente una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9,50 m, ovvero circa 2,00 m maggiore dell'attuale, con le relative prestazioni in termini di velocità minima di progetto, di rispetto della corrispondente lunghezza minima di visuale libera e di allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva.

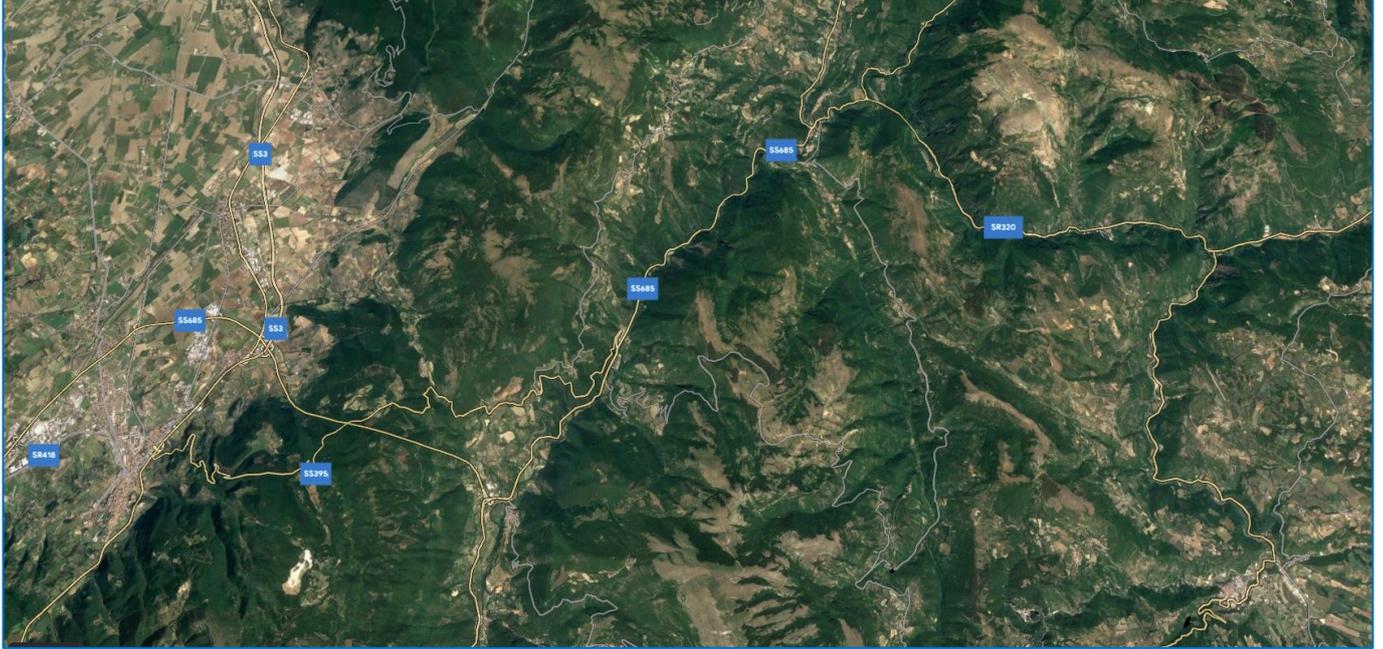
Tale obiettivo deriva dalla volontà di eliminare o mitigare le criticità attualmente presenti nel tratto stradale oggetto di intervento:

- dimensioni della piattaforma, attualmente larga mediamente 7,50 m con corsie da 3,25-3,50 m, che in corrispondenza delle curve di raggio inferiore rappresentano un fattore di rischio quando si incrociano due veicoli pesanti/ingombranti;
- curve con raggio di curvatura inferiori a 118 m, che non consente la velocità di progetto minima prevista per le strade extraurbane secondarie (60 km/h) e necessitano quindi dell'apposizione di un limite di velocità inferiore a 50 km/h;
- assenza di una adeguata visuale libera in curva in corrispondenza della velocità di progetto congruente con i raggi di curvatura attuali, che rappresenta un ulteriore fattore di rischio.

2 IL GRAFO STRADALE DELLA ZONA

La S.S. 685 svolge un importante ruolo di collegamento nord-sud tra la S.S:3 e la S.S.7

Non sono presenti localmente alternative di tracciato con caratteristiche prestazionali significative se non la stessa S.S.3 molto più a ovest



Il traffico pesante che grava sulla S.S:685 è comunque molto elevato.

Di tali fattori si è tenuto conto nella cantierizzazione evitando di prevedere chiusure dell'infrastruttura.

3 IL QUADRO NORMATIVO

A livello generale la procedura è gestita secondo:

- D.Lgs. 18/04/2016 n.50.: Codice dei contratti pubblici.

Per gli aspetti stradali sibi state utilizzate le seguenti normative

- D.M. 05/11/2001 e s.m.i.: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- D.Lgs. 30/04/1992 n.285 e ss. mm. ii.: Nuovo Codice della Strada.
- D.M. 30/11/1999 n°557: Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili.
- D.M. 18/02/1992 n. 223: Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- D.M. 21/06/ 2004. Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.
- Circolare 21/07/2010 n. 62032: Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
- D.M. 28/06/2011: Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale. Pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011.
- D.M. 01/04/2019. Dispositivi Stradali di sicurezza per motociclisti (DSM). Pubblicato sulla G.U. n. 114 del 17-05-2019.

Per gli aspetti strutturali sono di riferimento le seguenti normative

- DM 17.01.2018 "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare 17 Gennaio 2019 n.7 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) → Base della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 2) → Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 4) → Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 5) → Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1) → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2) → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1994 (Eurocodice 4) → Progettazione delle strutture composte acciaio - calcestruzzo
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8 – Parte 2) → Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- UNI EN 206-1:2016 → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione e conformità
- UNI 11104:2016 → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Dal punto di vista stradale l'intervento è stato studiato nel rispetto delle seguenti normative per quel che attiene gli aspetti stradali:

- 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";

Le barriere di sicurezza sono state dimensionate sulla base delle indicazioni contenute nella normativa:

- D.M. 21/06/2004 n. 2367 – “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.

In particolare, si segnala che il progetto in parola è un adeguamento di una strada esistente per cui, anche ai sensi del D.M. 2004 il D.M. 05/11/2001 e D.M. 19/04/2006 costituiscono norma di riferimento.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche di questa parte del territorio di Vallo sul Nera (in provincia di Perugia) sono state dedotte dalle seguenti fonti:

- Elaborati geologici facenti parte del "Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica", consistenti nei seguenti documenti:

| | |
|---------------------------|---------------------------------|
| T 0 3 GE 0 1 GEO RE 0 1 B | Relazione geologica |
| T 0 3 GE 0 1 GEO RE 0 2 B | Raccolta delle indagini |
| T 0 3 GE 0 1 GEO RE 0 3 B | Raccolta schede di rilevamento |
| T 0 3 GE 0 1 GEO PU 0 1 B | Planimetria ubicazione indagini |
| T 0 3 GE 0 1 GEO CG 0 1 B | Carta geologica |
| T 0 3 GE 0 1 GEO CG 0 2 B | Carta geomorfologica |
| T 0 3 GE 0 1 GEO CI 0 1 B | Carta idrogeologica |
| T 0 3 GE 0 1 GEO FG 0 1 B | Profilo geologico longitudinale |
| T 0 3 GE 0 1 GEO SG 0 1 B | Sezioni geologiche trasversali |

- Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 336 "Spoleto" (ISPRA)
- Note Illustrative al Foglio 336 Spoleto della Carta Geologica d'Italia (ISPRA)
- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale . Piano Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo delle Marche – "Carta del Rischio Idrogeologico" – Scala 1:10.000
- IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA)
- Regione Umbria, Servizio Geologico e Sismico
- Regione Umbria – Servizio Geologico e Sismico – Carta Idrogeologica della Regione Umbria – Scala 1:100.000
- Regione Umbria – Piano di tutela delle Acque
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere . Piano Assetto Idrogeologico (PAI)– Scala 1:10.000
- IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA)

4.1 INQUADRAMENTO TETTONICO GENERALE

Per la descrizione delle strutture tettoniche e della geologia regionale si fa riferimento a quanto riportato Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 336 "Spoleto".

I lineamenti geotettonici dell' Appennino centrale sono essenzialmente individuabili in elementi strutturali di compressione, dovuti alla genesi tettonica della catena appenninica, che si è verificata nel territorio in esame dal Serravalliano al Messiniano/Pliocene Inferiore.

L'Appennino umbro-marchigiano deriva dalla deformazione di differenti domini paleogeografici e deposizionali disposti sul basamento della Placca adriatica: il Dominio toscano, il Dominio umbro-marchigiano ed il Dominio laziale-abruzzese. La paleogeografia di tali domini prima dell'inizio della deformazione è schematizzata nella Figura 3.1¹, ove sono indicati i fronti di accavallamento tettonico della Falda toscana, del Cervarola, di Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini (OAMS) e del Gran Sasso (SG); nella Figura 3.2² viene mostrata la configurazione attuale delle unità tettoniche derivate dai suddetti domini deposizionali, in cui i cerchi rossi individuano principali apparati vulcanici quaternari dell'Umbria.

L'assetto strutturale di questa parte dell'Appennino è schematizzabile come una sovrapposizione di falde tettoniche separate da sovrascorrimenti.

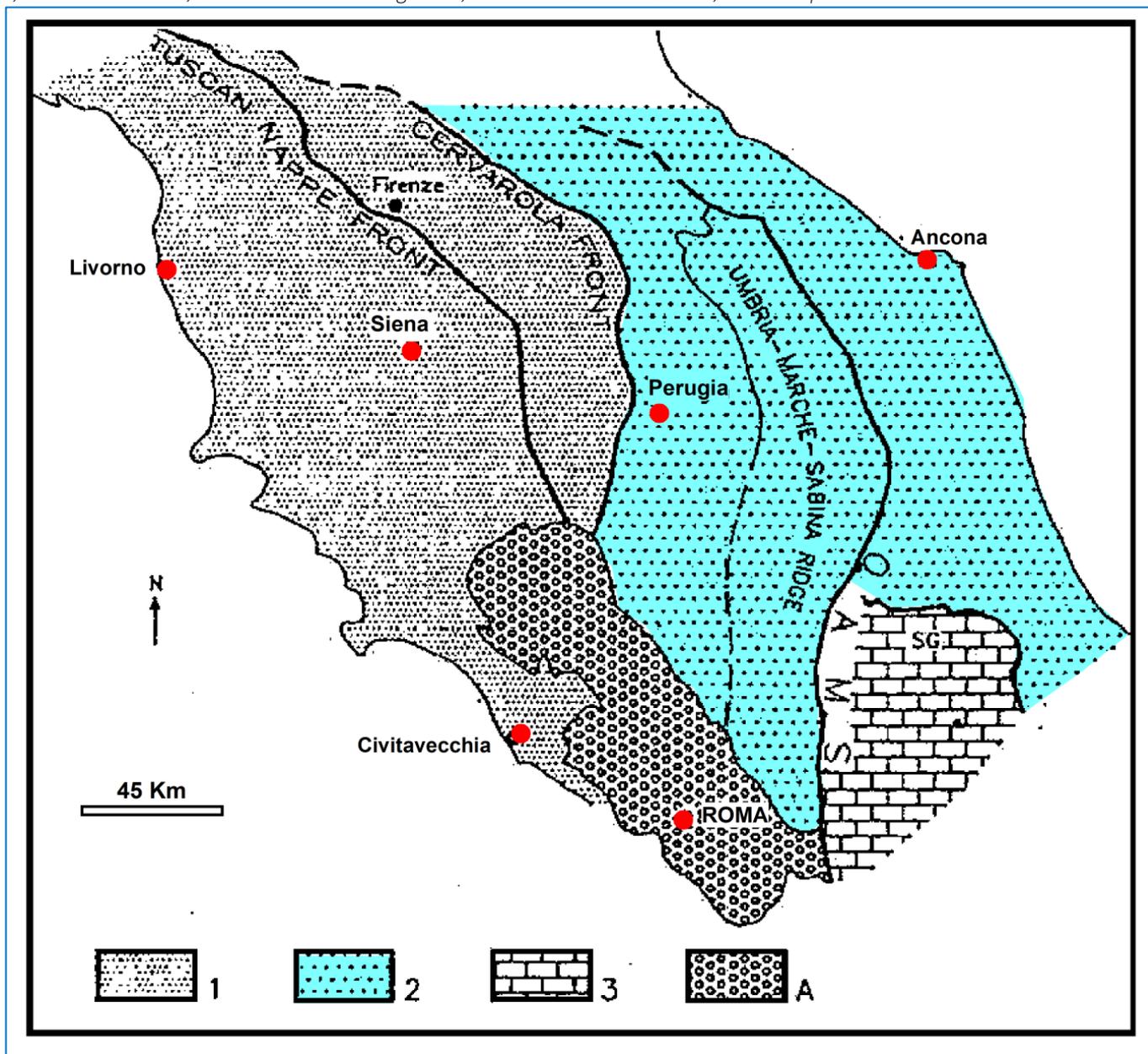
Il tema generale è la sovrapposizione di scaglie tettoniche, derivate dalla deformazione della copertura sedimentaria meso-cenozoica attraverso alcune superfici di accavallamento primarie (Cervarola, Narnese-amerina, M.ti Sabini, Olevano- Antrodoco-M.ti Sibillini, Gran Sasso, Laga e Struttura costiera) e molte altre secondarie. Il fronte di sovrascorrimento più interno (Cervarola) è coperto dalle vulcaniti quaternarie laziali, mentre i fronti più esterni (Laga e Strutture costiere) sono sepolti sotto la spessa coltre di sedimenti plio-quaternari del Bacino periadriatico. I sovrascorrimenti sono sempre associati a pieghe antiformali e sinformi; per esempio, nella Dorsale umbro-marchigiana, che corrisponde anche alla massima elevazione della catena, le formazioni mesozoiche sino al Calcare Massiccio affiorano al nucleo di anticlinali smantellate dall'erosione. Dal Pliocene la tettonica estensionale e transtensiva ha generato nel settore umbro una serie di ampie fosse, colmate di sedimenti fluvio-lacustri, come la Valtiberina e la Valle Umbra. I sistemi di faglie normali sono più recenti man mano che ci si sposta verso oriente, come indicato dalla serie di conche intramontane quaternarie, sismicamente molto attive, poste all'interno della Dorsale umbro-marchigiana (Gubbio, Gualdo Tadino, Colfiorito, Norcia, Cascia e Leonessa).

¹ Tratta e ridisegnata da "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano - Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente - Università di Siena", 2014

² Tratta e ridisegnata da "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano - Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente - Università di Siena", 2014

Figura 3.1 - Attuale configurazione dei domini sedimentari nell'area umbro-marchigiana.

1) Dominio toscano 2) Dominio umbromarchigiano 3) Dominio laziale-abruzzese A) Vulcaniti quaternarie.



Il suddetto schema tettonico è complicato dalla presenza di sistemi di faglie distensive, derivanti dall'evoluzione post-orogena; inoltre diversi dati, stratigrafici e strutturali, indicano anche la presenza di importanti dislocazioni sinsedimentarie di età miocenica, anch'esse come le prime, a prevalente componente normale del movimento, che rendono particolarmente complessa l'evoluzione preorogena e la successiva strutturazione compressiva di questo settore del margine afro-adriatico.

Nella Figura 3.3 è riportato uno schema strutturale, tratto dalla carta Geologica del Foglio 336 "Spoleto", in cui l'area in studio è ubicata nell'ambito dell'Unità tettonica del Coscerno.

Uno schema delle vicende tettoniche di questa parte del territorio non è affrontabile sic et simpliciter nell'ambito del presente studio, giacchè richiederebbe richiami di geologia regionale e generale che esulano dagli scopi del presente lavoro; tuttavia si riassumono le fasi tettoniche che hanno interessato l'Appennino Centrale dal Giurassico in poi.

4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

4.2.1 CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE

Per la descrizione delle caratteristiche geologiche di questa parte del territorio in questa sede si fa espresso riferimento alle "Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 336 "Spoleto", di cui si riportano alcuni concetti fondamentali e la sintesi di alcuni brani della parte descrittiva.

Nella zona dell'Appennino Centrale contemporaneamente alla fase tettonica compressiva che investe l'area di avampaese, le zone di retropaese vengono interessate da collasso tettonico, responsabile dello sviluppo di bacini sedimentari controllati da processi tettonici estensionali. In un tale contesto geodinamico, quindi, si sviluppa un sistema distensione-compressione in migrazione verso l'avampaese (Sartori, 1990; Patacca et alii, 1992a; Cavinato & De Celles, 1999; Cipollari et alii, 1999).

In Appennino Centrale gli effetti della migrazione del sistema distensione compressione sono registrati nell'assetto stratigrafico-strutturale delle unità tettoniche affioranti. Qui, come in tutti gli altri settori della catena appenninica è, infatti, possibile distinguere:

- a) una fase pre-orogena;
- b) una fase sin-orogena;
- c) una fase post-orogena.

Nel corso della fase pre-orogena, il settore coinvolto nella catena dell'Appennino centrale era caratterizzato da una paleogeografia dominata da sistemi piattaforma-bacino (Ciarapica, 1990; Ciarapica & Passeri, 2002; Bosellini, 2004). La tettonica medio-liassica, responsabile di questo assetto paleogeografico, in seguito allo smembramento di una paleopiattaforma appenninica (Norico-Lias inferiore), ha, inoltre, determinato lo sviluppo, nei domini bacinali, di Piattaforme Carbonatiche Pelagiche (PCP, sensu Santantonio, 1993) (Chiocchini et alii, 1975; Cosentino et alii, 1982; Galluzzo & Santantonio, 1994; Santantonio et alii, 1996; Galluzzo & Santantonio, 2002; Cosentino et alii, 2006). Le successioni stratigrafiche coinvolte nella strutturazione dell'Appennino centrale appartengono, quindi, a domini pelagici, di piattaforma carbonatica.

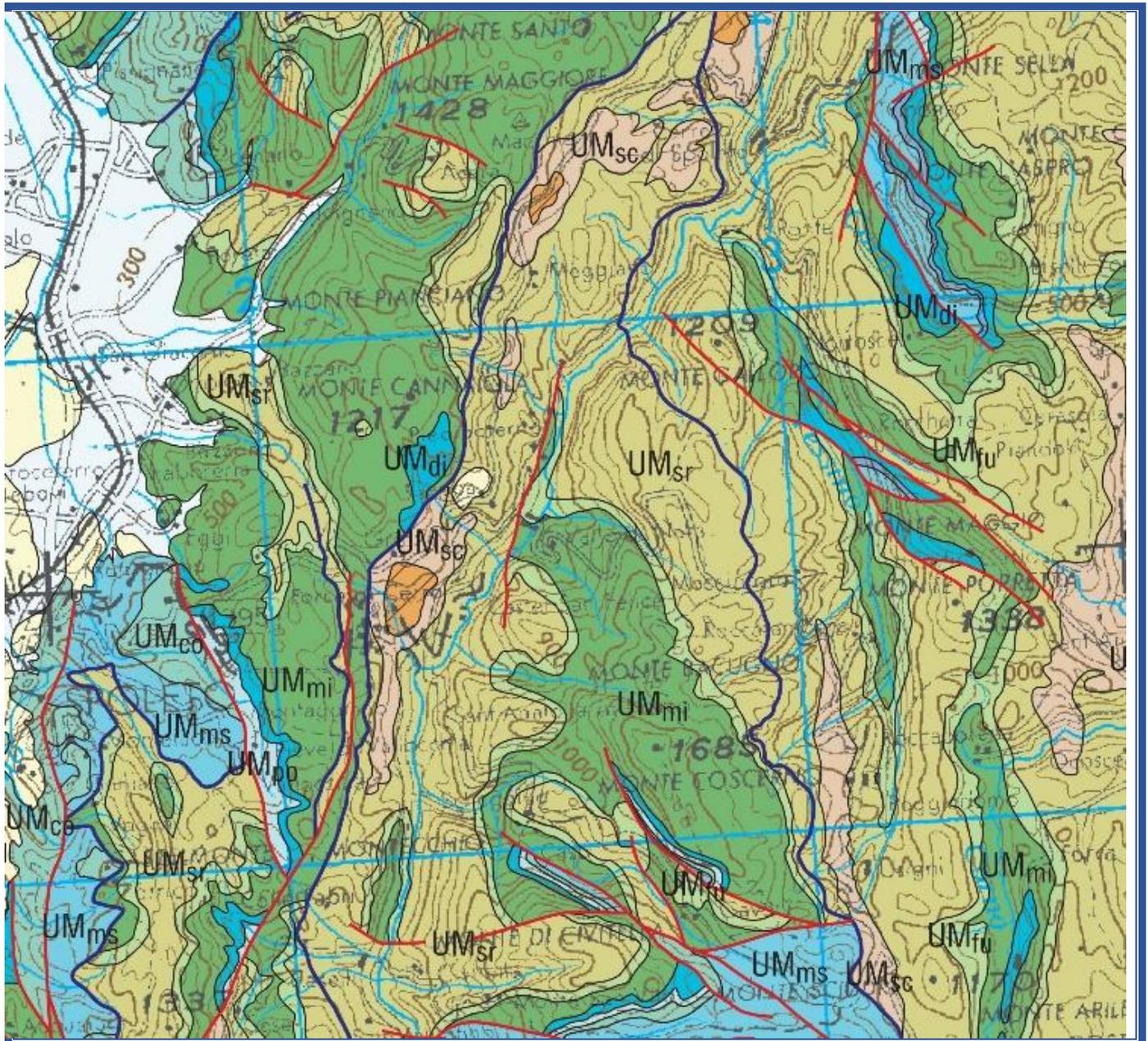
Nella fase sin-orogena, il settore appenninico centrale venne interessato dalla migrazione del sistema catena-avanfossa-avampaese, che costituisce una fase in cui si passa da una sedimentazione prevalentemente carbonatica, che caratterizza la successione pre-orogena, ad una silicoclastica torbidity tipica di bacini di avanfossa.

Il territorio in studio, tra l'Appennino settentrionale e quello centrale, comprende il Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino a ovest ed il Dominio della Laga a est, attualmente separati dal sovrascorrimento Olevano-Antradoco-M. ti Sibillini che attraversa l'intera area in senso circa meridiano; la loro genesi ed evoluzione fino all'assetto attuale è riconducibile a fasi differenti dell'intera evoluzione dell'Appennino centro-settentrionale. Quest'ultima a sua volta è legata a quella del margine continentale della (micro)placca Adria soggetta a varie fasi più o meno intense di tettonica distensiva tra il Triassico ed il Paleogene e successivamente ai processi tettonici di flessurazione e orogenici determinati dalla convergenza della placca europea e di quella africana.

Il Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino è caratterizzato da una successione sedimentaria di piattaforma carbonatica e di bacino pelagico, di età Triassico superiore-Miocene p.p. La variabilità di facies verticale e laterale e i rapporti stratigrafici e strutturali documentano l'evoluzione del margine passivo determinata da fasi tettoniche prevalentemente distensive, dal rifting Sinemuriano alla flessurazione miocenica e da processi e eventi ambientali, oceanografici ed eustatici registrati a scala globale e regionale. Il Dominio della Laga, invece, si è evoluto a partire dal Miocene superiore nell'ambito di un contesto di un bacino di avanfossa antistante la catena appenninica in via di sollevamento.

L'assetto attuale è dovuto all'orogenesi Appenninica, processo cominciato nell'Oligocene, legato alla migrazione verso est del sistema catena-bacino di avampaese; attraverso lo sviluppo di sovrascorrimenti in piggy-back sequence e fuori sequenza, sono stati progressivamente coinvolti nella catena i diversi settori della placca adriatica, che risultano oggi impilati in diverse unità strutturali dall'interno verso l'esterno con polarità verso NE ed E. In questo quadro, il Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino viene coinvolto nella catena a partire dal Tortoniano Superiore, mentre nel Messiniano il bacino della Laga costituisce l'avanfossa e viene coinvolto in catena nel Pliocene inferiore. Uno schema geologico interregionale molto esplicativo si rinvia nella "Carta geologica dell'Appennino Settentrionale - Regioni Emilia Romagna, Marche, Toscana ed Umbria", pubblicato dalla sinergia delle suddette regioni, dell'Università di Siena e del centro di GeoTecnologie di Siena, in scala 1:250.000. di cui si riporta uno stralcio che comprende il tratto di territorio in esame in Figura 5.1.

Figura 5.1 – Stralcio dello schema di geologia interregionale



Le singole unità stratigrafiche affioranti in base all'insieme dei loro caratteri sono riferibili ai seguenti cinque tipi di successioni:

- a) marina di piattaforma carbonatica (preorogena) sedimentatasi nel Lias inferiore p. p. su di una area interregionale vastissima in un ambiente di profondità ridotta; è rappresentata solo dal calcare massiccio;
- b) marina essenzialmente carbonatica (preorogena) sviluppatasi su di un margine passivo- dal Lias inferiore p. p. fino a parte del Burdigaliano, talora con discontinuità di sedimentazione. In letteratura questa successione è nota come "umbro-marchigiana". A causa di una intensa fase tettonica distensiva iniziata sul finire del Lias inferiore, la piattaforma carbonatica si è disarticolata e smembrata, sprofondando con modalità differenti da luogo a luogo. Si è venuta, così, a creare una serie di alti e di bassi morfologico-strutturali i quali determinano, durante l'intervallo Liassico medio-Malm, anche nell'ambito della stessa unità litostratigrafica, la diversificazione sia dei litotipi che degli spessori.
- c) marina silicoclastica sedimentatasi -essenzialmente per processi di torbida, a partire dall'alto Miocene inferiore (Burdigaliano p. p.) fino a tutto il Miocene medio (alto Serravalliano)- parte in un bacino di avanfossa e parte in un thrust-top-basin;
- d) continentale lacustre di età plio-pleistocenica (complessivamente corrisponde all'ex "ciclo Villafranchiano" dei vecchi A. A.) che costituisce la sedimentazione postorogena unitamente alla seguente successione (e);
- e) continentale fluviale con saltuari episodi da lacustri a palustri, di età pleistocenico- olocenica.

4.2.2 GEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO

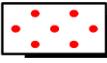
Per il tratto di territorio studiato la distribuzione areale delle formazioni geologiche affioranti è stata cartografata su base topografica in scala 1:5.000 (cfr. Carta Geologica allegata), con riferimento alla Carta Geologica d'Italia Foglio 336 "Spoleto", in scala 1:50.000. Il dettaglio è stato prodotto in un'altra carta geologica in scala 1:2.000 su apposito rilievo limitatamente alla fascia di territorio in esame.

In ambedue le carte sia la simbologia che la descrizione adottate per ciascuna delle formazioni sono dedotte dai suddetti elaborati.

Le formazioni geologiche che ricadono nell'area di stretto interesse sono, dalle più recenti alle più antiche riportate nelle legende delle carte geologiche sopra elencate e di seguito descritte.

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

- a₁**  **Depositi di frana**
Deposito in assetto caotico sia attivi, con segni di evoluzione, che stabilizzati, a granulometria variabile - Pleistocene (?) - Olocene
- a₃**  **Detriti di falda**
Depositi detritici di falda e di versante a granulometria variabile, da ben classati a fortemente eterometrici, generalmente sciolti o debolmente cementati, in accumuli massivi o grossolanamente stratificati - Pleistocene (?) - Olocene
- b**  **Depositi alluvionali**
Depositi detritici alluvionali in corrispondenza degli alvei o da "debris flow", in taluni casi maggiormente grossolani, eterometrici, in matrice sabbioso-limoso rossastra e con accenni di stratificazione, costituenti antiche conoidi, anche attivi, allo sbocco di valli secondarie Pleistocene (?) - Olocene
- b₂**  **Coltre detritico-colluviale**
Depositi essenzialmente fini con subordinati clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto (eluvium) o trasportati in massa e/o per ruscellamento diffuso (colluvium) presenti sui versanti o sul fondo delle vallecole minori. Pleistocene (?) - Olocene
- bn**  **Depositi alluvionali terrazzati**
Depositi fluviali a prevalenti ghiaie da sciolte a variamente cementate con intercalazioni di lenti di sabbie bruno giallastre, di limi ed argille grigie. Rappresentano il colmamento di valli successivamente reincise. Pleistocene - Olocene

a₁ – Si tratta di depositi di frana con struttura caotica, sia attivi, con evidenti segni di evoluzione, sia stabilizzati; hanno a granulometria variabile e sono riferibili al Pleistocene (?) – Olocene; si rinvengono sia sulle versanti sinistro che destro, a varie quote e ricoprono aree molto vaste, come nei versanti a ridosso dell'abitato di Vallo della Nera.

a₃ – Costituiscono le coperture detritiche che ricoprono parte dei versanti; si tratta di detriti di falda e di versante a granulometria variabile, da ben classati a fortemente eterometrici, generalmente sciolti o debolmente cementati,

in accumuli massivi o grossolanamente stratificati, ascrivibili al Pleistocene (?) – Olocene; si rinvencono in ambedue i versanti, a varie quote, con distribuzioni areali molto estese;

b – Depositi alluvionali; costituiscono dei sedimenti alluvionali in corrispondenza degli alvei o da "debris flow", in taluni casi maggiormente grossolani, eterometrici, in matrice sabbioso-limosa rossastra e con accenni di stratificazione, costituenti antiche conoidi, anche attivi, allo sbocco di valli secondarie, anch'essi riferibili al periodo Pleistocene (?) – Olocene; occupano le pianure alluvionali del Fiume Nera e degli affluenti in destra e sinistra, alla cui confluenza si rinvencono estese formazioni di conoidi ad analoga composizione litologica e granulometrica;

b2 - Coltre detritico-colluviale, data essenzialmente da sedimenti fini con subordinati clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto (eluvium) o trasportati in massa e/o per ruscellamento diffuso (colluvium) presenti sui versanti o sul fondo delle vallecicole minori; ascrivibili al Pleistocene (?) – Olocene, sono presenti in una vallecicola nel versante in destra orografica sovrastante l'abitato di Castel S. Felice;

bn - depositi alluvionali terrazzati, a prevalenti ghiaie da sciolte a variamente cementate con intercalazioni di lenti di sabbie bruno giallastre, di limi ed argille grigie. Rappresentano il colmamento di valli successivamente reincise; ascrivibili al Pleistocene – Olocene; sono presenti in un piccolo affioramento nel versante in destra orografica a quota m 366, circa m 50 più in alto rispetto al fondovalle.

SUCCESSIONI CONTINENTALI PLIO-PLEISTOCENICHE

SUCCESSIONI CONTINENTALI PLIO-PLEISTOCENICHE

MNS_a  **Sistema di Monteleone Sabino**
 Depositi ruditici ad elevato grado di cementazione, molto grossolani, in strati da spessi ad estremamente spessi, di colore grigio-biancastro, di probabile ambiente fluvio-deltizio. Talora con accenni di stratificazione incrociata.
 Pleistocene Inferiore - Medio

MNS_a – *Sistema di Monteleone Sabino*; si tratta di una formazione ruditica molto grossolana, disposta in strati molto spessi, di colore grigio-biancastro, probabilmente di ambiente originario fluvio-deltizio, come sembra testimoniare la locale stratificazione incrociata; appartengono al Pleistocene Inferiore Medio.

DOMINIO UMBRO – SUCCESSIONE MARINA PELAGICA

DOMINIO UMBRO SUCCESSIONE MARINA PELAGICA

| | | |
|------------|---|--|
| BIS |  | Bisciario Calcarei marnosi grigio scuri alternati a marne grigie. Nella parte inferiore caratteristici livelli di selce nera e sottili intercalazioni di vulcanoclastiti ocracee molto alterate. L'unità contiene denti di pesci, echidni, spicole di spongari, etc.. Aquitano Inferiore - Burdigaliano |
| SCC |  | Scaglia Cinerea Marne e marne argillose grigio-verdi o grigio cenere alternate alla base con calcari marnosi grigi in strati in genere sottili (10 - 30 cm) interessati da numerosi piani di taglio. Localmente intercalazioni di calcareniti grigie in strati di 10 - 60 cm. Eocene Superiore - Aquitano Inferiore |
| VAS |  | Scaglia Variegata Calcarei marnosi rossi o grigio-verdi, calcari e marne grigie con selce nera e marne rosse con intercalazioni di spesso livelli di calcareniti. La stratificazione è sottile (2 - 20 cm). Localmente intercalazioni anche di calciruditi. Eocene Medio - Superiore |
| SAA |  | Scaglia Rossa Calcioliti, calcari marnosi e marne da rosati a rosso scuro o biancastri, ben stratificati, con selce in noduli o liste generalmente rossa o rosea. Sono presenti calcareniti di colore grigio o bianco, talora di spessore anche metrico. Turoniano Inferiore - Eocene Medio |
| SBI |  | Scaglia Bianca Calcioliti bianche o grigio chiaro a stratificazione medio-sottile (10 - 35 cm), con liste di selce nera o grigia nella parte alta, rosata nella parte basale. Sono presenti intercalazioni calcarenitiche, talora calciruditi. Albiano Superiore - Turoniano Inferiore |
| FUC |  | Marne a Fucoidi Ripetute alternanze di marne, da calcaree ad argillose, con livelli di elevata frazione argillosa, talora a lamine, di colore grigio scuro, verde, rosso o variegato con ripetute intercalazioni bituminose nere, nelle parti più marnose e marnoso-calcaree tracce di bioturbazione (Fucoidi) Aptiano Inferiore - Albiano Superiore |
| MAI |  | Malolica Calcarei micritici a grana finissima ed a frattura concoide, di colore bianco o avorio, talora giallastri, in strati regolari di spessore compreso tra 10 r 50 cm, sporadicamente con sottilissimi interstrati argillosi grigio-neri. Frequente la selce grigia in letti o noduli. Tironico Inferiore - Aptiano Inferiore |
| CDU |  | Calcarei Diasprigni Calcarei da micritici a granulari, quasi sempre sottilmente stratificati, (4 - 10 cm) talora con interstrati costituiti da argille marnose. La selce in noduli, liste e livelli decimetrici è spesso prevalente. Colore variabile dal rossiccio al verde-grigio. Presenti sottilissimi livelli di sabbie radiolaritiche. Bajociano Superiore - Tironico Inferiore |

BIS – *Formazione di Biasciaro*; è formata da calcari marnosi grigio scuri alternati a marne grigie. Nella parte inferiore si rinvencono caratteristici livelli di selce nera e sottili intercalazioni di vulcanoclastiti ocracee molto alterate. L'unità contiene denti di pesci, echidni, spicole di spongiarii, etc., ascrivibile all'Aquitano Inferiore – Burdigaliano; questa formazione affiora in una vasta area in Contrada san Martino e Borgo Agelli e in aree più ristrette nel medesimo versante a varie quote.

SCC – *Scaglia Cinerea*, costituita da ripetute alternanze di calcari marnosi e di marne, calcaree in basso ed argillose in alto, di colore grigio verde o cenere. La stratificazione in genere è sottile (10-30 cm), con strati spesso amalgamati o fogliettati a causa di movimenti di taglio. Calcareniti grossolane bioclastiche (a macro foraminiferi), in strati da medi a spessi di color avana, sono presenti nella sinclinale di Montefiorello, a Forchetta di Usigni [070], presso Fosso della Forca e S. Valentino; la potenza dell'unità è mal valutabile a causa sia della scarsa competenza dei materiali che la costituiscono e, di conseguenza, della sua elevata deformabilità, sia della localizzazione in essa di numerosi piani di taglio; nell'area in studio affiora nella parte mediana del versante in destra orografica,

VAS – *Scaglia Variegata*, Si hanno alternanze policrome, sovente a fiamme, di colore rosso, grigio e verde di marne variamente argillose e di calcari marnosi sottilmente stratificati (strati spessi 5-20 cm), a luoghi con selce nera e rossa come a Castel S. Felice. Calcareniti in strati sottili sono presenti nelle aree di ESE. Talvolta l'unità non è ben individuabile sul terreno per i suoi caratteri transizionali e talora si presentano tre membri, dal basso verso l'alto: a) calcareo marnoso rosso e grigio-verde; b) calcari e marne grigie con selce nera; c) marnoso rosso. Gli spessori complessivi oscillano fra i 30 ed i 60 metri, ma è segnalato un valore massimo di 70-90 m nei rilievi ad W del F. Nera. Il passaggio alla soprastante Scaglia Cinerea, non sempre ben precisabile per la sua gradualità, si è fatto convenzionalmente coincidere con la fine delle colorazioni rossastre e con il marcato aumento della frazione argillosa; questo passaggio è ben esposto lungo la strada per Mucciafora e Roccatamburo e, in giacitura rovesciata, lungo la strada per Collegiacone. Eocene medio - Superiore

SAA – *Scaglia Rossa*, nota anche come Scaglia Rosata, è l'unità che, assieme alla maiolica, occupa la maggior parte del tratto di territorio in studio. Nell'unità sono distinguibili tre litofacies dal basso verso l'alto: a) calcari fango-sostenuti (mudstones) e calcari marnosi rosati a luoghi con bande policrome, con selce rossa in liste e noduli; b) marne calcaree e marne di colorazione più intensa talora rosso mattone scuro; c) calcari fango-sostenuti e calcari marnosi rosati con selce in liste e noduli. I calcari, dalla tipica frattura a scaglie, non raramente appaiono di colore biancastro per decolorazione. La stratificazione è netta con strati spessi 10-40 cm. Sono presenti calcareniti e calcilutiti, in strati anche metrici, talora gradati o con laminazioni da correnti trattive, evidenziate, quando calcilutitiche, dalla disposizione degli abbondanti foraminiferi. Questi episodi, la cui colorazione biancastra li rende sovente individuabili anche a distanza, sono presenti in entrambi i Settori a varie altezze stratigrafiche, con particolare sviluppo. La Scaglia Rossa passa verso l'alto sia alla Scaglia Variegata, che alla litofacies delle Marne di Colle Castellano. Il passaggio alla scaglia variegata è graduale ed avviene con: scomparsa della selce; aumento della componente marnosa; comparsa di livelli grigio verdastri. Nell'area in studio affiora estesamente in ambedue i versanti sia in prossimità dell'alveo del Fiume Nera che alla sommità dei rilievi. È ascrivibile al Turoniano inferiore - Eocene medio.

SBI – *Scaglia Bianca*, affiora in continuità nelle stesse località di quelle delle marne a fucoidi e lungo la valle del F. Nera. Una esposizione quasi completa della formazione si ha a Monte San Vito, mentre esposizioni parziali si hanno lungo le strade tra Vallo di Nera e Mucciafora e fra Baiano di Spoleto e Meggiano presso il F. so S. Antonio. Si tratta di calcari fango-sostenuti variamente marnosi, da bianchi a debolmente grigiastri, in strati di 10-35 cm, eccezionalmente di 50 cm, con intercalazioni assai subordinate sia di marne che di liste e noduli di selce nera o grigiastri, talora zonata, bianco o rosata. Sul versante orientale di M. Pianciano (Fonte Canale,

Fosso di Montefiorello) viene segnalato un orizzonte di calcari anche selciferi, di colore rosato e verdognolo con selce rossa e nera, facilmente confondibile sul terreno con alcuni orizzonti della soprastante scaglia rossa. Come età è ascrivibile all'Albiano Superiore – Turoniano Inferiore.

FUC – *Marne a Fucoidi*, in passato designata con l'appellativo di Scisti a fucoidi. Gli affioramenti dell'unità fiancheggiano le principali strutture in entrambi i versanti. L'unità è costituita da ripetute alternanze di marne calcaree, marne e marne argillose di colore da verdastro a grigio (da scuro a chiaro), a rossastro o variegato in cui la componente calcarea aumenta verso l'alto. In base alla colorazione, regionalmente vi sono stati distinti i seguenti cinque livelli, dal basso verso l'alto: a) grigio verdastro con alla base il "livello Selli", marker di importanza regionale; b) rossastro inferiore; c) nerastro-marrone in cui prevalgono argille bituminose e black shales; d) rossastro superiore; e) biancastro con altri livelli di black shales. Gli strati sono assai regolari e sottili (10-25 cm), con superfici nette e le marne, di differente cromatismo, risultano fissili in laminae millimetriche, da cui l'antica denominazione di "scisti". La selce è talora presente in liste, rossa o nera nella porzione centrale dell'unità, mentre appare diffusa in quella sommitale.

Questa unità, per l'elevata presenza della frazione argillosa, oltre che costituire uno dei principali livelli "impermeabili" dell'intera successione, rappresenta uno dei principali livelli incompetenti che nel corso delle dislocazioni, favorendo la localizzazione delle zone di taglio, ha subito notevoli fenomeni tettonici di laminazione o di ispessimento.

Le potenze risultano variabili in funzione degli apporti detritici, in genere si raggiungono gli 80-100 m. Il passaggio alla soprastante scaglia bianca è molto graduale ed avviene in un tratto di dieci metri, con una diminuzione del contenuto marnoso. Come età è collocabile all'Aptiano Inferiore - Albiano superiore.

MAI – *Maiolica*, L'unità è conosciuta in letteratura -specie se antica- con il nome di "Calcare rupestre" per la sua elevata resistenza all'erosione. Affiora assai estesamente nella porzione sommitale di tutte le dorsali come lungo la S. S. della Valnerina e lungo la strada montana tra Monte San Vito e Campofoglio. Nel tratto di territorio in esame affiora in sinistra orografica lungo il versante di incisione secondaria presso l'abitato di vallo del Nera; questa formazione è costituita da calcari fango-sostenuti (mudstones) bianchi o avorio, a frattura concoide, in strati spessi 10-50 cm che presentano tipiche stiloliti e selce in noduli, lenti e liste, di colore grigio o nero. A luoghi sono presenti intercalazioni centimetriche di argille marnose nerastre, in alcuni casi bituminose, che tendono ad aumentare verso l'alto. Nella roccia sono presenti impurità costituite da minute sferule nere visibili a occhio nudo (ossidi metallici) nonché grossi noduli di marcassite che raggiungono un diametro anche di 10 cm. Localmente, nella porzione inferiore dell'unità, si hanno intercalazioni di calcareniti spesse anche 70-80 cm, che presentano laminazioni da torbida e colorazione rosata e nocciola. In corrispondenza degli alti morfologico-strutturali giurassici le facies basali di questa unità sembrano leggermente differenziate: la selce sembra più scarsa e gli strati presentano facce nodulari, con tracce di dolomitizzazioni che appaiono come numerosissime e minute "sferule" di colore arancione ocraceo, talora estese a tutto lo strato. Lo spessore della formazione è variabile e raggiunge i 300 m. Il passaggio alle soprastanti marne a fucoidi si realizza gradualmente nell'ambito di una decina di metri. Come età è collocabile nel Tortonico Inferiore - Aptiano Inferiore.

CDU – *Calcari Diaspri*, in passato identificati con l'appellativo di Calcari a Posidonia, Calcari ad Aptici, Marne ad Aptici, Scisti ad Aptici, Calcari granulari con diaspri, Radiolariti, Diaspri. Nell'area in studio affiora sul versante in sinistra orografica tra le quote m 700 ed 800 s.l.m presso Casale Grotti. In molti affioramenti sono riconoscibili sia litofacies dei calcari a Saccocoma (attualmente riconosciuta come membro) e ad Aptici sia le caratteristiche intercalazioni calcarenitiche, che il passaggio alla soprastante maiolica. L'unità è costituita da calcari, da fango-sostenuti a grano-sostenuti, e da calcari selciferi, di colore grigio verdastro, con noduli, liste e livelli di selce (25 ÷ 40 cm), particolarmente abbondanti nella porzione centrale se non, addirittura, prevalenti, di colore rosso, vinaccia,

bruno, o tipicamente verde. La stratificazione particolarmente sottile (4-10 cm) è un carattere diagnostico, anche se in alcuni casi sono presenti strati di 30-40 cm di materiale detritico. A luoghi sono state osservate intercalazioni centimetriche di marne variamente argillose o di areniti grossolane radiolaritiche ocracee, talora sciolte e talaltra cementate; a volte, nella porzione sommitale dell'unità è presente la litofacies dei calcari a Saccocoma e ad Aptici, potente da 0 a 40 m, cui sono frequentemente associati potenti livelli di calcareniti. Si tratta di calcari da biancastri ad avana a grigio verdi, nocciola, a frattura piano-concoide molto ampia, a volte con puntini arancioni, in strati più spessi dei sottostanti (10-30 cm) talora con superfici irregolari o nodulari, con spessi livelli bioclastitici verdastri. Complessivamente i calcari diasprigni presentano potenze comprese fra i 50 e gli 80 m, localmente con aumenti anche notevoli dovuti alla presenza di intercalazioni detritiche. Questa formazione è ascrivibile come età al Bajociano Superiore - Titonico Inferiore.

4.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'area in studio, come già accennato in precedenza, è ubicata nella valle del Fiume Nera i cui versanti sono costituiti dalle successioni delle formazioni prevalentemente calcaree e calcareo-marnose sopra descritte.

L'assetto idrogeologico delle aree delle dorsali carbonatiche appenniniche è caratterizzato da estesi acquiferi, la cui permeabilità è molto elevata per fessurazione e carsismo nell'ambito delle formazioni carbonatiche. Questi acquiferi, i più importanti dell'Appennino, sono estesi per diverse centinaia di km² e alimentano sorgenti basali ubicate nelle zone più depresse, dove l'acquifero è tamponato da sedimenti a permeabilità più bassa, costituiti dai depositi terrigeni torbiditici tardo-miocenici o dai sedimenti plio-quadernari di riempimento delle valli fluviali e delle depressioni tettoniche intermontane. I sedimenti quadernari, costituiti da depositi di versante, depositi alluvionali e sedimenti lacustri e/o palustri, presentano una permeabilità variabile in funzione della granulometria e comunque inferiore a quella degli acquiferi carbonatici, in alcuni casi consentono travasi sotterranei dalle falde degli acquiferi regionali negli acquiferi porosi multistrato.

Per quanto attiene alla circolazione idrica nell'ambito delle varie formazioni carbonatiche si possono esprimere alcune valutazioni e considerazioni generali, di seguito formulate.

Lungo gli orizzonti e strati calcarei fratturati delle formazioni si può avere una discreta permeabilità per fessurazione, la cui entità dipende dalla dislocazione spaziale e dal tipo delle discontinuità (aperte, chiuse, combacianti, etc); essi possono costituire delle vie di deflusso preferenziale delle acque di infiltrazione. Ne consegue che nelle alternanze calcareo - marnose si può avere una permeabilità di tipo "orientato", relegata, cioè, ai soli orizzonti calcarei permeabili; in tali successioni la permeabilità è variabile in relazione alla litologia dello strato o livello al quale si riferisce. Così nell'ambito della stessa alternanza si riscontrano situazioni estreme, date dai livelli di marne impermeabili e dai livelli calcarei fratturati, permeabili. Ne consegue che parallelamente alla stratificazione, in corrispondenza delle bancate calcaree fratturate, si possono avere valori di permeabilità sensibilmente alti, mentre in corrispondenza degli orizzonti marnosi o pelitici si hanno condizioni di quasi impermeabilità. Ne deriva che l'alternanza, nel suo complesso, si può comportare come un terreno poco permeabile, o addirittura impermeabile, nella direzione ortogonale alla stratificazione; si può invece riscontrare una permeabilità, generalmente molto limitata o scarsa, nella direzione parallela alla stratificazione, relegata ai livelli calcarei fratturati. Tale differenza di permeabilità tra le due direzioni (ortogonale o parallela alla stratificazione) è più o meno marcata in relazione alla prevalenza dei termini argillosi calcarei.

Per le formazioni prevalentemente costituite da calcari la permeabilità è funzione del reticolo di fratturazione e dalla dislocazione spaziale delle fratture; in particolare la spaziatura, frequenza ed apertura delle fessurazioni ed il tipo delle stesse (beante, chiusa o riempita di materiali) costituiscono gli elementi che determinano l'entità della permeabilità e trasmissività.

Nell'ambito del territorio esaminato esistono numerose emergenze idriche tra cui N° 9 sono segnalate nella allegata carta Idrogeologica in scala 1:5.000, alcune delle quali designate con un toponimo:

- Le sorgenti indicate con i numeri 1, 3, 4, 5, 8 senza designazione, sono ubicate su ambedue i versanti del Fiume Nera a varie quote, sempre nell'ambito delle spesse coperture quaternarie di terreni prevalentemente granulari sciolti (coperture detritiche)
- La sorgente N° 2 = Fonte del Frate è ubicata sul versante in destra orografica quasi al contatto tra un deposito detritico e la sottostante formazione della Scaglia Cinerea;
- La sorgente N° 6 = Sorgente Paletto è ubicata in sinistra orografica nell'ambito di una vasta area in frana;
- La sorgente N° 7 = Fonte Tofele è ubicata nella stessa zona della precedente, circa 300 m più a monte;
- La sorgente N° 9 = Sorgente del Saletto è ubicata nel versante in sinistra orografica nell'ambito della formazione dei calcari a Fucoidi.

Dall'ARPA Umbria si ricavano importanti elementi di idrogeologia regionale, di seguito sintetizzati.

Nella dorsale montuosa che occupa la parte orientale della regione esistono due sistemi idrogeologici separati dalla linea tettonica denominata "linea della Valnerina" dove è individuabile un limite di permeabilità che corre a quote variabili tra 350 e 700 m s.l.m.: a sud il "Sistema della Valnerina" imponente struttura idrogeologica che si estende fino alla linea tettonica Ancona-Anzio e a nord il "Sistema dell'Umbria nord-orientale", che è limitato a ovest da un motivo tettonico distensivo, nella parte meridionale, e dal passaggio stratigrafico a terreni a bassa permeabilità in quella settentrionale, mentre ad est si estende ben al di fuori dei limiti territoriali regionali dove è delimitato dal passaggio stratigrafico a terreni meno permeabili.

L'intera dorsale del Sistema della Valnerina è prevalentemente costituita da strutture carbonatiche sature fino a quote superiori a 800 metri. I livelli piezometrici decrescono da est ad ovest fino a raggiungere la minima quota in corrispondenza dell'alveo del Nera, che costituisce il livello di base principale del sistema. Lungo questa linea di drenaggio dominante, diretta SO-NE, si hanno importanti sorgenti lineari responsabili di notevoli incrementi di portata del fiume Nera. Studi pregressi hanno stimato che lungo il tratto umbro del fiume Nera si hanno emergenze in alveo per una portata media complessiva superiore a 15 metri cubi al secondo. Oltre alle emergenze in alveo si trovano numerose sorgenti localizzate che erogano una frazione molto subordinata delle risorse idriche sotterranee della struttura valutabile in qualche centinaio di litri al secondo. Il nucleo della dorsale del Sistema dell'Umbria nord orientale è saturo fino a quote superiori a 700 metri. Il sistema dà origine a importanti emergenze idriche sia lineari lungo i principali corsi d'acqua che localizzate.

L'ARPA fornisce il monitoraggio delle principali sorgenti, che si riporta in Tabella 6.1

Tabella 6.1 - Portate minime, medie e massime delle principali sorgenti monitorate in continuo

| | | PORTATA SORGENTI (l/s) | | | | | |
|------|---------|--|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | Monti delle valli del Topino e del Menotre | | | | Monti della Valnerina | |
| | | Bagnara ⁽¹⁾ | San Giovenale ⁽²⁾ | Acquabianca ⁽³⁾ | Alzabove ⁽⁴⁾ | Lupa ⁽⁵⁾ | Pacce ⁽⁶⁾ |
| 1998 | minima | 42,4 | 216,0 | 42,3 | 178,0 | 175,9 | - |
| | media | 112,6 | 326,7 | 48,0 | 211,2 | 128,0 | - |
| | massima | 300,7 | 499,3 | 84,9 | 247,1 | 88,6 | - |
| 1999 | minima | 49,5 | 199,4 | 25,5 | 185,5 | 89,0 | 285,4 |
| | media | 153,2 | 452,5 | 71,2 | 226,8 | 164,7 | 76,2 |
| | massima | 361,2 | 648,0 | 115,1 | 285,1 | 262,8 | 11,8 |
| 2000 | minima | 27,6 | 229,6 | 18,1 | 223,7 | 81,5 | 1,9 |
| | media | 137,2 | 397,0 | 57,3 | 233,0 | 142,2 | 86,2 |
| | massima | 282 | 614,7 | 113,4 | 272,5 | 210,6 | 287,6 |
| 2001 | minima | 18 | 218,2 | 15,0 | 208,1 | 68,6 | 0 |
| | media | 115,6 | 449,5 | 52,2 | 240 | 142,0 | 43,5 |
| | massima | 244,4 | 709,3 | 98,8 | 279,7 | 206,5 | 113,6 |
| 2002 | minima | 1,2 | 118,2 | 19,7 | 188,3 | 51,1 | 0 |
| | media | 34,8 | 153,5 | 26,1 | 208,1 | 66,4 | 0 |
| | massima | 317,1 | 334,6 | 33,8 | 241,4 | 89,6 | 0 |

(1) dal 10.04.98 (2) dal 29.06.98 (3) dal 28.06.98 (4) dal 27.01.98 (5) dal 01.01.98 (6) dal 29.03.99

5 LE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Nell'anno 2022 è stata effettuata dalla ditta CNP s.r.l. una campagna di indagini consistente in indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, di seguito esposte, la cui ubicazione è riportata in appositi elaborati in scala 1:5.000 ed 1:2.000..

- N° 6 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino alla profondità massima di m 20,00 dal p.c, effettuati con carotaggio continuo, con attrezzatura oleodinamica montata su cingoli.
- prelievo di N° 1 campione indisturbato
- prelievo di N° 2 campioni rimaneggiati
- N° 8 prove SPT in foro
- posa in opera di N° 6 piezometri a tubo aperto (tipo Norton)
- N° 6 Prove Penetrometriche Dinamiche
- N° 4 indagini sismiche MASW
- N° 4 indagini sismiche HVSR

Nella Tabella 8.1 è riportata la sintesi dettagliata delle suddette indagini.

Tabella 7.1 – Indagini 2023

| Sondaggio | Profondità | Campioni indisturbati (CI) | Campioni rimaneggiati (CR) | Profondità di prelievo dei campioni | SPT |
|-----------|------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----|
| Sigla | m | N° | N° | (m) | N° |
| S.1 | 20,00 | | 1 | 11,20 ÷ 11,70 | 2 |
| S.2 | 20,00 | | | | |
| S.3 | 15,00 | 1 | 1 | 2,00 ÷ 2,50 (CI) - 7,40 ÷ 7,80 (CR) | 2 |
| S.4. | 15,00 | | | | |
| S.5 | 10,00 | | | | 2 |
| S.6 | 17,00 | | | | 2 |

Nella tabella 8.2 sono riportati i dati inerenti alle prove Standard Penetration Test effettuate nel corso dei sondaggi mediante attrezzatura di caratteristiche standard, con massa battente da 63,5 Kg, altezza di caduta pari a cm 76, dispositivo per lo sganciamento automatico della massa battente, campionatore tipo "Raymond" a scarpa tagliente, sezionato longitudinalmente.

Tabella 8.2 – Prove S.P.T.

| Sondaggio | Profondità | | Tratti di infissione – N° Colpi | | | Valore |
|-----------|------------|------|---------------------------------|-------|-------|--------|
| | da m | a m | 15 cm | 15 cm | 15 cm | |
| S.1 | 1,50 | 1,95 | 9 | 9 | 7 | 16 |
| | 4,00 | 4,45 | 3 | 5 | 8 | 13 |
| S.3 | 1,50 | 1,95 | 10 | 10 | 12 | 22 |
| | 4,00 | 4,45 | 3 | 5 | 4 | 9 |
| S.5 | 2,00 | 2,45 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| | 7,00 | 7,45 | 2 | 4 | 6 | 10 |
| S.6 | 2,50 | 2,95 | 2 | 3 | 5 | 8 |
| | 5,00 | 5,45 | 3 | 7 | 13 | 20 |

Complessivamente si dispone, quindi, di N8 prove utili.

Nella Tabella 8.3 sono riportati i dati inerenti al prelievo dei campioni nel corso della perforazione.

Tabella 7.3 – Campioni prelevati nei sondaggi

| DATI DEL CAMPIONE | | | | |
|-------------------|------------------------|-------|-------|---|
| Sondaggio | Denominazione Campione | da m | a m | I Indisturbato Rimameggiato L R Lapideo |
| S.1 | CR1 | 11,20 | 11,70 | R |
| S.3 | CI1 | 2,00 | 2,50 | I |
| | CR1 | 7,40 | 7,80 | R |

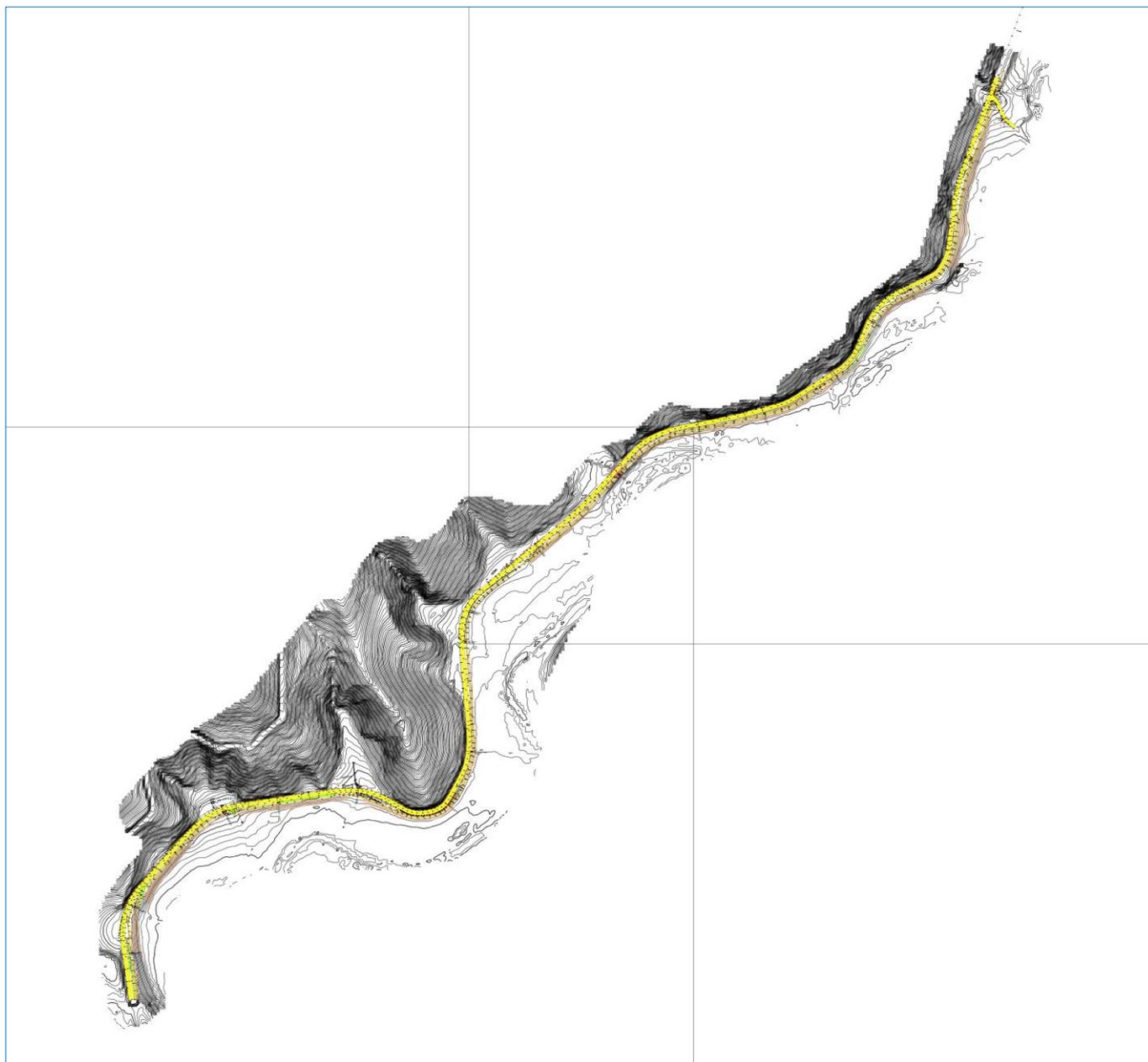
Inoltre per la determinazione dei parametri sismici, ai sensi delle NTC 2018, sono state effettuate N° 4 prove MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), ubicate alle seguenti progressive:

- MASW.1 Progr. 0+380,00
- MASW.2 Progr. 0+920,00
- MASW.3 Progr. 1+280,00
- MASW.4 Progr. 1+580,00

Negli stessi siti delle indagini MASW sono state eseguite N° 4 prove HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) finalizzate a determinare alcune caratteristiche dei depositi sedimentari superficiali e più in particolare allo studio delle frequenze di risonanza dei terreni, caratteristica molto importante per valutare gli effetti di sito in presenza di potenziali eventi sismici. La prova HVSR o anche detta H/V (metodo Nakamura 1989) consiste nella misura dei microtremori ambientali nelle tre dimensioni spaziali (x,y,z) e la sua elaborazione consente di analizzare gli spettri di frequenza, restituendo un grafico del rapporto in ampiezza tra componenti orizzontali (H) e componente verticale (V). Dal grafico estratto si evidenzia l'andamento del rapporto in frequenza tra componenti orizzontali e verticale (H/V) alle varie frequenze, mettendo in luce la frequenza alla quale il moto del terreno viene amplificato per risonanza (frequenza fondamentale).

6 IL RILIEVO ESEGUITO

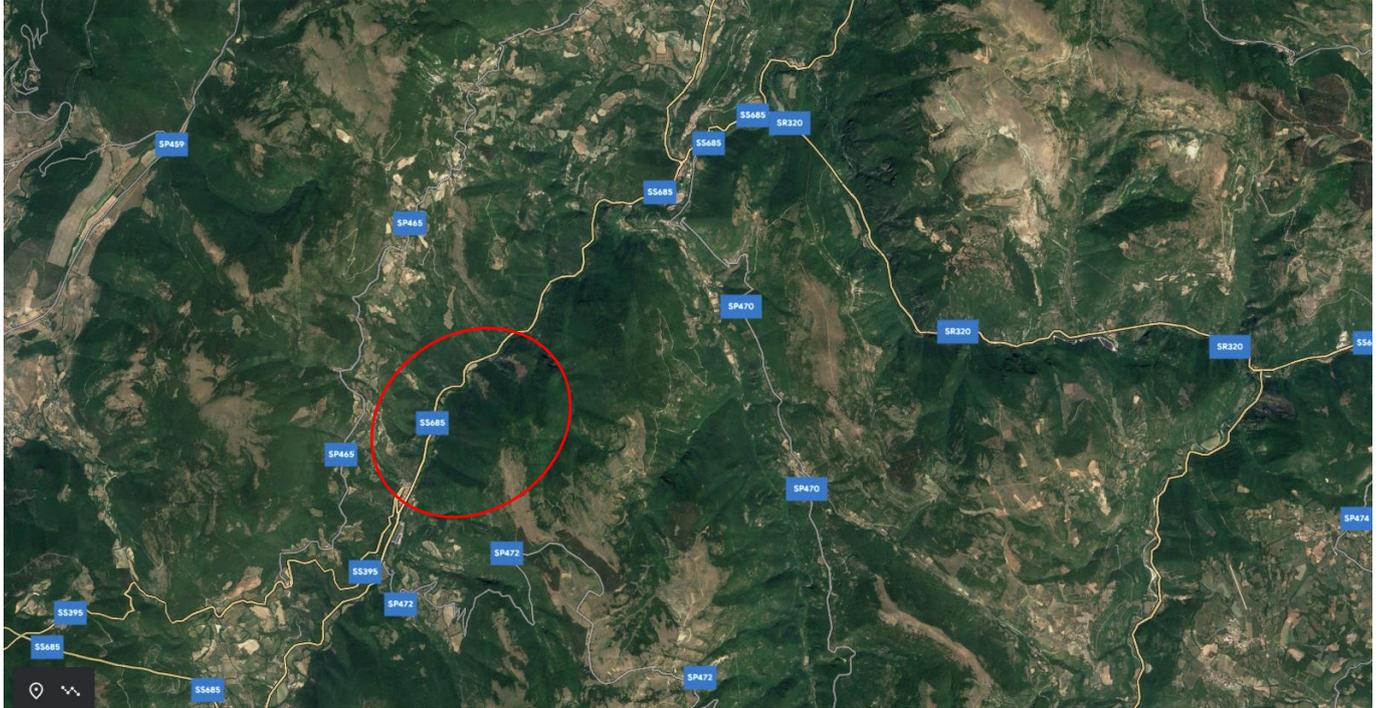
Il presente progetto definitivo è stato sviluppato sulla base di un rilievo aereo-fotogrammetrico (già disponibile dal progetto preliminare) estremamente dettagliato e idoneo all'attuale livello progettuale oltre a un rilievo a terra



7 L'INQUADRAMENTO SISMICO DELL'OPERA

7.1 IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI

L'area oggetto del presente intervento ricade all'interno del territorio del Comune di Vallo di Nera e Sant'Anatolia di Narco in Provincia di Perugia.



L'opera è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 42,75064
- Longitudine: 12,84592

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 Ricerca per comune

LONGITUDINE:
 LATITUDINE:

REGIONE:
 PROVINCIA:
 COMUNE:

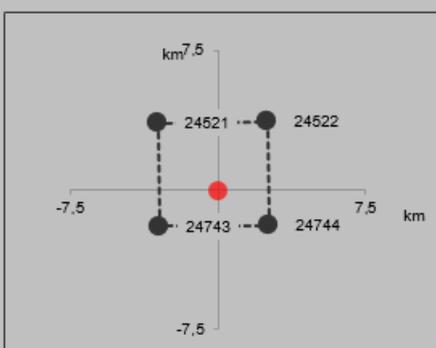
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione



La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

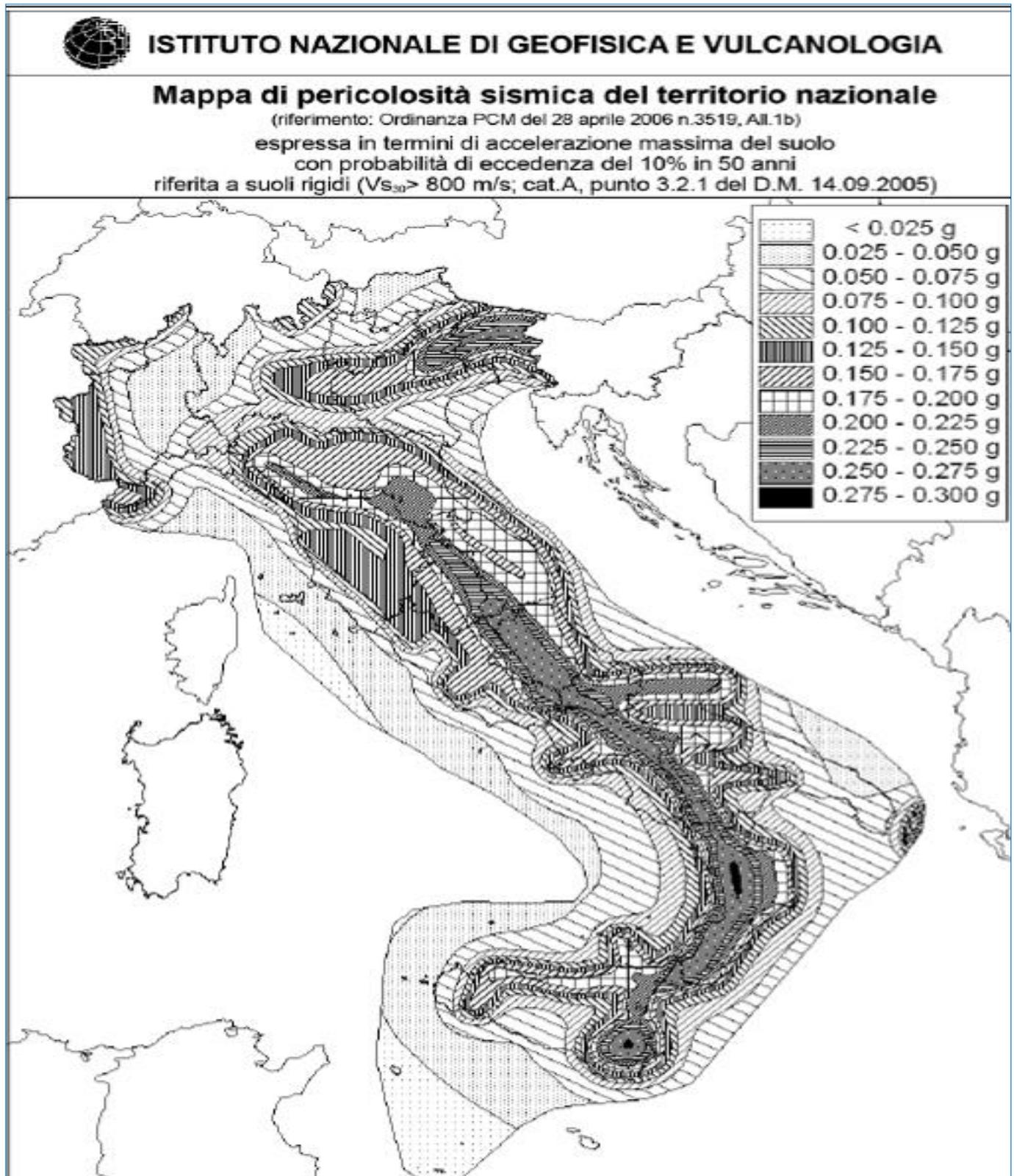
FASE 1

FASE 2

FASE 3

7.2 PARAMETRI SISMICI DI PERICOLOSITÀ DI BASE

I parametri sismici della pericolosità di base del sito sono ricavati partendo dai dati della "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale" aggiornata dal gruppo di lavoro dell'I.N.G.V. adottata con l'Ordinanza n. 3519 del 28/04/2006 del Presidente del Consiglio dei Ministri (la figura seguente rappresenta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale).



Per dedurre secondo le NTC 2018 i parametri sismici di base dei vari siti dalla pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale, sono stati considerati per ogni zona di sbarramento i seguenti parametri:

- "Classe d'uso dell'edificio" IV (cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 2,00;

| | |
|--------------------|---|
| <i>Classe I:</i> | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. |
| <i>Classe II:</i> | Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. |
| <i>Classe III:</i> | Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. |
| <i>Classe IV:</i> | Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. |

- V_N : "vita nominale di progetto" (numero di anni in cui è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali) pari a **100 anni**, valore definito dalla committenza, concorde con quanto definito nelle NTC 2018 per costruzioni esistenti con livelli di prestazioni ordinarie;
- V_R : "periodo di riferimento" per l'azione sismica = $V_N \cdot C_U = 200$ anni
- P_{VR} : "probabilità di superamento" funzione dello stato limite considerato necessario al calcolo del tempo di ritorno T_R , come dalla seguente tabella tratta dalle NTC 2018:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

| Stati Limite | | P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R |
|---------------------------|-----|--|
| Stati limite di esercizio | SLO | 81% |
| | SLD | 63% |
| Stati limite ultimi | SLV | 10% |
| | SLC | 5% |

- T_R : "tempo di ritorno" relativo ad ogni stato limite, funzione del periodo di riferimento e della probabilità di superamento secondo la seguente relazione tratta dalle NTC 2018:

Questi ultimi parametri sono costanti per tutte le aree esaminate, in quanto dipendono solo dal tipo di opera e dalle relative prestazioni attese. Con questi dati sono poi stati calcolati, per ogni sito esaminato, i parametri di pericolosità sismica di base riferiti a sito rigido orizzontale che permettono di ottenere i coefficienti di risposta sismica locale:

- a_g (o PGA: accelerazione orizzontale massima al sito) [g/10]
- F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) [n.p.]
- T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) [s]

Essi sono stati stimati per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite da applicare per il sito in esame. I valori che seguono relativi alla pericolosità di base sono comuni a tutti i calcoli dei vari coefficienti sismici di risposta sismica locale

- Classe: IV
- Vita nominale : 100 anni

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 120 | 0,143 | 2,322 | 0,291 |
| SLD | 201 | 0,177 | 2,312 | 0,305 |
| SLV | 1898 | 0,388 | 2,381 | 0,351 |
| SLC | 2475 | 0,423 | 2,391 | 0,356 |

7.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Sulla base di quanto riportato nelle NTC del 17.01.2018, ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie del suolo di fondazione:

| CATEGORIE DI SOTTOSUOLO CHE PERMETTONO L'UTILIZZO DELL'APPROCCIO SEMPLIFICATO | |
|---|---|
| Categoria | Descrizione |
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ compresi tra 100 m/s e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Come da relazione geotecnica si è considerato un suolo tipo C per tutte le opere a favore di sicurezza avendo riscontrato sia tratte con suolo tipo B che tratte con suolo tipo C

7.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per quanto concerne le caratteristiche delle superficie topografica, il suolo presenta forti pendenze sul lato di monte e più pianeggiante sul lato di valle.

Le opere in esame (in funzione della loro posizione) ricadono in categoria **T2** o **T1** come definita nella seguente tabella tratta dalle NTC 2018.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

7.5 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA

Questi coefficienti sono necessari alla valutazione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_{max}), dei coefficienti sismici orizzontale e verticale (k_h , k_v) e dello spettro di risposta elastico in accelerazione per l'azione sismica calcolata con metodi pseudostatici.

Amplificazione stratigrafica

Sulla base di quanto riportato nelle NTC del 17.01.2018, il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s ed il coefficiente C_c possono essere calcolati secondo le formule della seguente tabella.

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_C^* è espresso in secondi.

Per l'area in esame corrispondono valori del coefficiente C_c e di S_s di amplificazione stratigrafica variabili per ogni Stato Limite.

Amplificazione topografica

Alla categoria T2 (la più sfavorevole) precedentemente definita per la zona studiata corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_T=1,20$. La tabella che segue è tratta dalle NTC 2018 e mostra la relazione tra categorie topografiche e relativo coefficiente

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|---|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30° | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30° | 1,4 |

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

7.6 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER LO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

Di seguito è riportato lo spettro di risposta elastico per lo Stato Limite SLV

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato SLV info

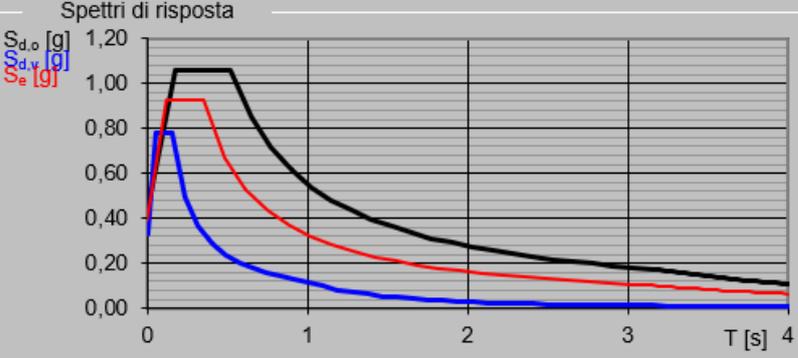
Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo C info $S_S =$ 1,145 $C_C =$ 1,483 info
 Categoria topografica T2 info $h/H =$ 0,000 $S_T =$ 1,000 info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1,000 info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 1 Regol. in altezza si info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1,000 info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta >>>
 Parametri e punti spettri di risposta >>>

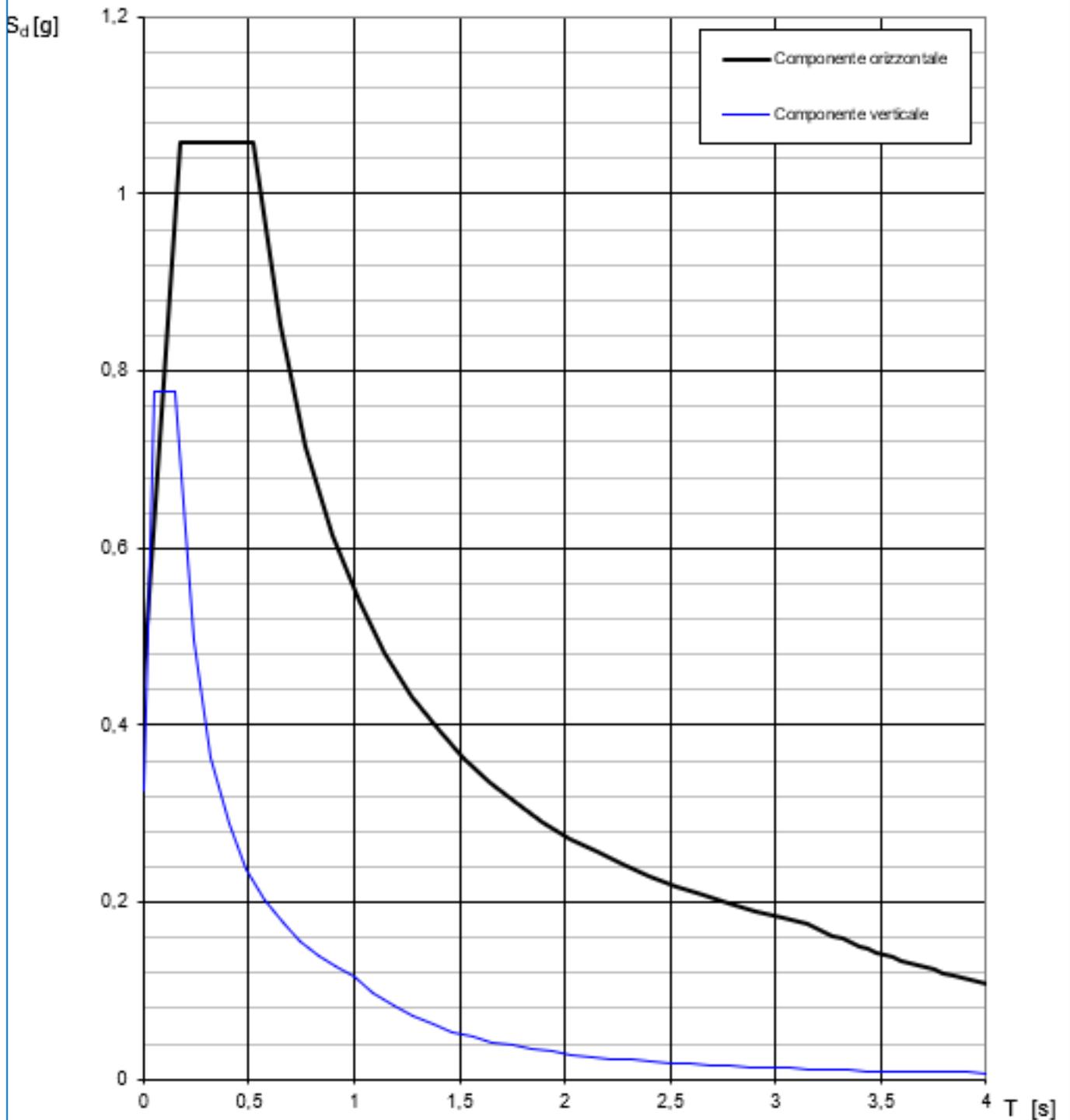
Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,388 g |
| F_o | 2,381 |
| T_c | 0,351 s |
| S_s | 1,145 |
| C_c | 1,483 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,145 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,174 s |
| T_c | 0,521 s |
| T_D | 3,153 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,445 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,174 | 1,059 |
| $T_c \leftarrow$ | 0,521 | 1,059 |
| | 0,646 | 0,853 |
| | 0,772 | 0,715 |
| | 0,897 | 0,615 |
| | 1,022 | 0,540 |
| | 1,148 | 0,481 |
| | 1,273 | 0,433 |
| | 1,398 | 0,394 |
| | 1,524 | 0,362 |
| | 1,649 | 0,335 |
| | 1,774 | 0,311 |
| | 1,900 | 0,290 |
| | 2,025 | 0,272 |
| | 2,150 | 0,257 |
| | 2,276 | 0,242 |
| | 2,401 | 0,230 |
| | 2,526 | 0,218 |
| | 2,652 | 0,208 |
| | 2,777 | 0,199 |
| | 2,902 | 0,190 |
| | 3,028 | 0,182 |
| $T_D \leftarrow$ | 3,153 | 0,175 |
| | 3,193 | 0,171 |
| | 3,234 | 0,166 |
| | 3,274 | 0,162 |
| | 3,314 | 0,158 |
| | 3,355 | 0,155 |
| | 3,395 | 0,151 |
| | 3,435 | 0,147 |
| | 3,476 | 0,144 |
| | 3,516 | 0,141 |
| | 3,556 | 0,138 |
| | 3,597 | 0,134 |
| | 3,637 | 0,131 |
| | 3,677 | 0,129 |
| | 3,718 | 0,126 |
| | 3,758 | 0,123 |
| | 3,798 | 0,121 |
| | 3,839 | 0,118 |
| | 3,879 | 0,116 |
| | 3,919 | 0,113 |
| | 3,960 | 0,111 |
| | 4,000 | 0,109 |

8 IL PROGETTO STRADALE

8.1 PREMESSE

Il tracciato della S.S.685 preso in esame è quello che va da Vallo di Nera (41+500 km, 1 km dopo Borgo Cerreto), a Castel San Felice (51+500 km, circa 300 m prima dello svincolo con la S.P. 469).

L'obiettivo del progetto riguarda l'adeguamento alla sezione di tipo C2, ovvero a strada extraurbana secondaria, avente una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9.50 m, maggiore di 2 m rispetto all'attuale. Tale adeguamento comporta nuovi valori di velocità minima di progetto, di rispetto della corrispondente lunghezza minima di visuale libera e di allargamento delle corsie per l'iscrizione in curva. In particolare, tra il km 50+950 e 51+200 circa dell'attuale tracciato, è presente una curva con raggio pari a 60 m che comporta forti limitazioni della velocità di progetto ($V_p = 45$ km/h, ovvero limite di velocità pari a 35 km/h). L'adeguamento di questo tratto risulta particolarmente difficoltoso, per questo motivo si è optato per un tratto in variante che permetta quindi di bypassare la curva suddetta. La variante è stata progettata sul lato di monte di monte in quanto quello di valle presentava i seguenti punti critici:

- Pista ciclopedonale esistente ubicata sul sedime della ferrovia dismessa Spoleto – Norcia.
- Presenza dell'area esondabile del fiume Nera con elevato rischio di allagamento.
- Necessitando di un elevato scostamento rispetto al tracciato attuale, comporterebbe notevoli impatti dal punto di vista paesaggistico.

Il tratto in variante sarà realizzato interamente in galleria con lunghezza totale pari a 490 m. In particolare si avrà:

- Galleria artificiale, di lunghezza pari a $L = 15$ m
- Galleria naturale, di lunghezza pari a $L = 440$ m
- Galleria artificiale, di lunghezza pari a $L = 35$ m

Il tratto di strada attuale verrà mantenuto dal km 51+450 circa, fino al cimitero, mentre il tratto successivo verrà chiuso, mantenendo però la connessione al km 50+700 circa, in modo da poter utilizzare il tratto dismesso in caso di necessità, ad esempio in occasione di chiusure della galleria.

Poiché il punto iniziale della variante si trova in prossimità dell'imbocco Sud della galleria, per effettuare la connessione al tratto di accesso al cimitero, si è realizzato un innesto con intersezione a raso.

Oltre all'adeguamento della piattaforma, che richiederà alcune opere di sostegno (muri, paratie etc.) per limitare gli ingombri e il consumo di territorio, è inoltre previsto:

- L'adeguamento di tutti gli elementi marginali e di arredo della sede stradale;
- La sostituzione dei dispositivi di ritenuta;
- L'adeguamento/ripristino di tutte le opere di regimazione idraulica;
- Il rifacimento della pavimentazione

8.1 DATI DI PROGETTO

Tracciato stradale soggetto ad intervento

- Lunghezza itinerario: 2+344 km
- Piattaforma stradale Tipo C2
- Intervallo velocità di progetto: 60 – 100 km/h per tipo C2;
- Svincoli in progetto=n. 2 - Svincolo di Cittaducale e Svincolo a rotatoria

Opere d'arte principali

- Gallerie naturali = n.1
- Gallerie artificiali = n.2

8.2 SEZIONI TIPO

Le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale sono quelle di una strada di tipo C2, così come definita dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Strade extraurbane secondarie). La piattaforma stradale è costituita da una carreggiata unica, con una corsia per senso di marcia da m. 3.5, con una banchina di 1.25 m. L'intervallo di velocità di progetto VP è 60-100 km/h.

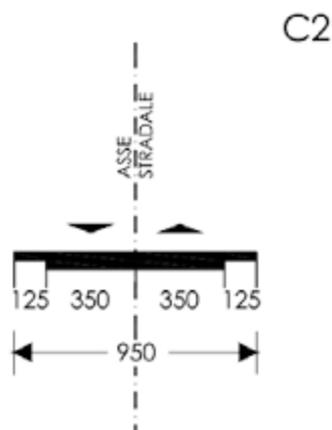


Figura 1. Piattaforma stradale tipo C1 (D.M. 05.11.2001).

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi ove alloggiato le barriere di sicurezza. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma ha una pendenza strutturale massima del 2/3. In trincea l'elemento marginale è costituito da una cunetta triangolare alla francese. La scarpata avrà pendenza congruente con le condizioni di stabilità degli scavi e in alcuni casi si sono adottate le reti anticaduta.

8.3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Nel primo tratto dell'intervento che va dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+280, è stato incrementato il raggio della prima curva da 120 m a 170 m, per garantire il rispetto della normativa.

A partire dalla progressiva 0+280, il nuovo tracciato si stacca da quello attuale e dalla 0+360 inizia il tratto in variante. Dalla 0+420 si ha il primo tratto di galleria artificiale lungo 15, segue poi il tratto in galleria naturale per una lunghezza pari a 440 m e un ultimo tratto in artificiale di lunghezza pari a 35 m. In galleria è presente una curva con raggio pari a 450 m che non richiede allargamenti della piattaforma per consentire un'adeguata visuale libera. All'uscita dalla galleria il tracciato torna a coincidere con quello attuale e si procede quindi solo con l'allargamento della sede stradale con l'inserimento di un muro di sostegno tra la nuova piattaforma e la pista ciclopedonale. Un adeguamento planimetrico avrebbe comportato uno spostamento notevole della piattaforma verso valle, andando a interferire con la pista ciclabile. Si è quindi deciso di lasciare invariato il tracciato dal punto di vista planimetrico e di prevedere però gli allargamenti in curva dove necessario per garantire una corretta visibilità.

Questo ha richiesto un arretramento della parete rocciosa nelle due curve a sinistra con raggio ridotto (R=63 m e 65 m) dalla sezione 1+760 alla 1+820 e dalla 1+980 alla 2+1000. Il versante così rimodellato verrà protetto con una rete paramassi. Inoltre alla progressiva 1+320 è presente un ponticello ad arco in pietra esistente che non verrà spostato né modificato.

La pista ciclabile non è stata modificata ad eccezione di un primo tratto che va dalla progressiva 0+060 alla 0+400. Infatti per i primi 150 m è stato necessario spostare il tracciato verso valle essendo aumentato il raggio della S.S.

685, mentre nel tratto successivo si è deciso di costeggiare l'innesto in modo tale da evitare che il percorso ciclabile attraversasse due volte il suddetto innesto. Inoltre sono state previsti due tratti che permettessero ai ciclisti su strada di poter percorrere il tracciato evitando la galleria. A Sud, lungo il tratto esistente in prossimità del cimitero, si stacca un tratto di pista ciclabile che sormonterà la galleria per poi riscendere e innestarsi alla S.S. 685 in corrispondenza della progressiva 0+400. Lungo quasi tutto il suddetto tracciato sarà presente un muro in destra, anche nell'ultimo tratto in affiancamento. Anche a Nord è stato previsto un intervento simile. La ciclabile si stacca dalla progressiva 1+200 della S.S. 685, passa sopra la galleria e si riaccosta alla strada esistente. Lungo quasi tutto il tracciato verrà inserito un muro di sostegno, tra cui anche nel tratto finale in accostamento alla strada.

Infine sono stati progettati due innesti. Un innesto a Sud regolato con intersezione a raso, che consente di collegare il tratto in variante della S.S. 685 al cimitero e un innesto a Nord che collega alla S.P.472. Quest'ultimo riduce l'attuale difficoltà di svolta a destra per i veicoli diretti verso Vallo di Nera realizzando una rampa a senso unico sia per le provenienze da Borgo Cerreto che da S.Anatolia di Narco, rendendo a senso unico l'ultimo tratto della S.P. 472. Viene poi inserita una corsia specializzata al centro della carreggiata contenente due brevi corsie di accumulo per le svolte a sinistra, sia in ingresso che in uscita dalla SS 685.

8.4 VERIFICHE DI RISPONDENZA AL DM 05/11/2001

Il tracciato (ad eccezione del tratto già esposto in precedenza) è conforme alle prescrizioni contenute nel DM 05/11/2001 e risponde pienamente agli standard di sicurezza richiesti per rettili, curve circolari e curve di transizione. Per i tratti di adeguamento sono stati presi degli accorgimenti ai fini del miglioramento della sicurezza stradale.

8.4.1 VERIFICHE DI VISIBILITA'

La presenza di opportune visuali libere costituisce primaria e inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. La distanza di visuale libera è definita dalla normativa come la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé indipendentemente dalle condizioni del traffico, atmosferiche e d'illuminazione. La distanza di visuale libera deve essere confrontata con:

- Distanza di visibilità per l'arresto, definita come lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo improvviso;
- Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso, definita come la lunghezza del tratto di strada occorrente affinché un conducente che si accinga alla manovra possa vedere un autoveicolo che sopraggiunge dalla corsia opposta in condizioni di sicurezza.

Lungo tutto il tracciato deve essere sempre garantita la distanza di visibilità per l'arresto mentre, per le strade extraurbane a unica carreggiata con doppio senso di marcia, la distanza di visibilità per il sorpasso dev'essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%.

Distanza di visibilità per l'arresto

Le DVL per l'arresto desunte dal diagramma di velocità sono state confrontate con le relative distanze di visibilità disponibili. Le verifiche sono state condotte in entrambi i sensi di marcia ed è stato necessario prevedere l'inserimento di allargamenti di piattaforma. L'allargamento della piattaforma consiste nel mantenimento della corsia di marcia come da sezione tipo e un allargamento della banchina in modo tale da aumentare lo spazio di visuale libera per l'utente.

Distanza di visibilità per il sorpasso

Per quanto concerne la distanza di visibilità per il sorpasso, occorre ricordare che il progetto in questione riguarda l'adeguamento di una strada esistente, per cui le indicazioni del DM 05/11/2001, devono essere considerate alla stregua di obiettivi verso cui tendere, più che specifiche e vincolanti prescrizioni progettuali, ferme restando le inderogabili condizioni di sicurezza.

Sono stati adottati gli allargamenti alle seguenti progressive:

- Dalla 1+360 alla 1+440
- Dalla 1+700 alla 1+820
- Dalla 1+860 alla 1+940
- Dalla 1+940 alla 2+100

9 MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA STRADALE

Nel presente progetto l'obiettivo dell'adeguamento della S.S. 685 riguardava sicuramente l'innalzamento degli standard di sicurezza.

Questo è stato garantito dall'introduzione degli allargamenti delle curve a raggio ridotto (in prossimità di Vallo di Nera), dalla risistemazione dell'intersezione a Nord e dall'aver reso il tracciato conforme a quanto prescritto nel D.M. 05/11/2001.

Inoltre il tracciato è stato migliorato avendo rettificato il tratto in galleria, permettendo così di dividere il flusso di traffico diretto al cimitero da quello che prosegue nelle due direzioni (Vallo di Nera e Castel San Felice) e avendo aumentato la velocità di progetto in tale zona da 60 km/h a 80 km/h.

9.1 SEGNALETICA

Nel presente capitolo sono descritti i criteri del progetto della segnaletica stradale in particolare rispetto alla installazione dei dispositivi verticali ed orizzontali. Tale progetto è redatto con l'obiettivo di elevare la sicurezza stradale e la qualità di guida.

Il progetto di segnalamento fa riferimento alla normativa vigente:

- il Nuovo Codice della Strada. D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285. Testo aggiornato in base alla Legge 286/2006 del 29.11.2006. Aggiornato al D.M. 17-12-2008, (G.U. 30-12-2008, n° 303); indica gli strumenti che l'Ente proprietario della strada deve utilizzare per un funzionale e corretto intervento sulla viabilità;
- il Regolamento di esecuzione e d'attuazione del Nuovo Codice della Strada. D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495, aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153; determina le regole per la realizzazione e la posa dei segnali;
- il Disciplinare Tecnico (D.M. 31 marzo 1995); determina invece gli standard qualitativi e tecnici delle pellicole rifrangenti che si devono obbligatoriamente utilizzare per la produzione della segnaletica verticale.

Il progetto della segnaletica è stato rappresentato negli elaborati grafici allegati. La scala di rappresentazione adottata è adeguata ai fini dell'esatta interpretazione della tipologia del segnale raffigurato e degli eventuali pannelli integrativi, ma soprattutto della ubicazione dello stesso che comprende anche l'orientamento rispetto al palo di sostegno.

9.1.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale comprende le strisce di margine e di separazione dei sensi di marcia e di corsia, le isole di traffico con relative zebrature e tutti i simboli sulla pavimentazione in genere. Lo scopo della segnaletica

orizzontale è di fornire una guida ottica del tracciato e deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. Per l'art.137 del Regolamento: *"Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari"*.

In particolare, *"i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione"* ed inoltre *"le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché i metodi di misura di dette caratteristiche, sono stabiliti da apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, da pubblicare sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica"*. A tale proposito si rimanda alle norme UNI EN 1436: 2008 e UNI 11154: 2006.

Per quanto riguarda il tracciato di progetto, la carreggiata, le corsie e gli svincoli dell'asta principale saranno delimitate con segnaletica orizzontale in termo spruzzato plastico con striscia longitudinale centrale discontinua e con strisce laterali continue di colore bianco, come specificato nello schema successivo.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/98 e a quanto riportato nelle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto.

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840 HR) e corrispondenti coordinate cromatiche:

- bianco: RAL 9016 [$x= 0,46$; $y = 0,41$; illuminante = A; angolo di osservazione = 10° (secondo specifiche CIE COLORIMETRY seconda edizione, Pubblicazione 15.2.1986)]
- giallo: RAL 1007 [$x= 0,53$; $y = 0,43$; illuminante = A; angolo di osservazione = 10° (secondo specifiche CIE COLORIMETRY seconda edizione, Pubblicazione 15.2.1986)].

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

9.1.2 SEGNALETICA VERTICALE

La segnaletica verticale comprende segnali di pericolo, prescrizione ed indicazione ai quali è affidata la comunicazione con gli utenti della strada con il fine di scongiurare condotte scorrette ed andamenti incerti e pericolosi. A tal fine la progettazione di ogni singolo segnale stradale in termini di posizione, orientamento, materiali e simbologia deve tener conto di:

- lo spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale, in relazione alla presenza di ostacoli od altri elementi che ostacolano il raggio visuale come, ad esempio, altra segnaletica;
- la larghezza operativa delle barriere di sicurezza;
- la presenza di barriere acustiche;
- il posizionamento dei sostegni in punti singolari che ingenerino pericolo in caso di svio.

STRISCE LONGITUDINALI

Art.138/142-Reg. C.d.S. (dPR 495/92)

ASTA PRINCIPALE: STRISCE DI MARGINE: 25 cm
STRISCE DI CORSIA: 15 cm

RAMPE: STRISCE DI MARGINE: 15 cm

VIABILITÀ SECONDARIE: STRISCE DI MARGINE: 15 cm
STRISCE DI SEPARAZIONE DEI SENSI DI MARCIA: 12 cm
STRISCE DI CORSIA: 12 cm

Fig. II 415 Art.138-Reg. C.d.S. (dPR 495/92)

| N.RIF. | TIPOLOGIA STRISCE DISCONTINUE | TRATTO | INTERVALLO | AMBITO DI APPLICAZIONE |
|--|---|--------|------------|---|
| a |  | 4,5 m | 7,5 m | Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia - V > 110 km/h |
| b |  | 3,0 m | 4,5 m | Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia - V comprese tra 50 e 110 km/h Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di |
| c |  | 3,0 m | 3,0 m | marcia - V < 50 km/h e in galleria |
| d |  | 4,5 m | 1,5 m | Per strisce di preavviso all'approssimarsi di una striscia continua |
| e |  | 3,0 m | 3,0 m | Per delimitare le corsie di accelerazione e decelerazione |
| f |  | 1,0 m | 1,0 m | Per strisce di margine, per interruzione di linee continue in corrispondenza di accessi laterali o di passi carrabili |
| g |  | 1,0 m | 1,5 m | Per strisce di guida sulle intersezioni |
| h |  | 4,5 m | 3,0 m | Per strisce di separazione delle corsie reversibili |
|  | | | | CONTINUA |
|  | | | | CONTINUE |
|  | | | | CONTINUA E DISCONTINUA |

Strisce longitudinali Dpr 495/92

9.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza sono state previste in conformità alle previsioni del D.M. 21/06/2004 in funzione della tipologia di strada e del livello di traffico.

In particolare dal momento che dall'uscita della galleria lato valle si sviluppa un cordolo di separazione tra la viabilità principale e la pista ciclabile è stata inserita una barriera bordo ponte tipo H2, rivestita in legno per ottimizzare la mitigazione ambientale.

Nei tratti poi bordo laterali sono state utilizzate barriere di tipo H2 bordo rilevato laterale e nei tratti di innesto si è pensato anche all'utilizzo di barriere N1.

Si rimanda agli elaborati specifici per una migliore visione e identificazione del posizionamento delle barriere di sicurezza.

10 PISTA CICLABILE

Lo scopo del presente progetto è quello dell'adeguamento della SP209, migliorando gli standard di sicurezza, con l'unico vincolo di mantenere quanto più inalterata possibile la pista ciclabile storica rappresentata dalla ex ferrovia Norcia-Spoleto.

Viste le necessità progettuali nel tratto iniziale è stato necessario predisporre una deviazione dell'attuale pista ciclabile in modo da favorire l'inserimento di una strada che va a comporre quello che è definito innesto sud, mantenendo l'accesso ai terreni presenti lungo la vecchia viabilità SP209. A favore di sicurezza, la ciclabile è stata spostata esternamente alla viabilità, opportunamente separata da una barriera di sicurezza, che ne garantisce la separazione dei flussi, proteggendo di fatto i ciclisti che transitano lungo la pista ciclabile.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico dell'intervento di deviazione della pista ciclabile.

Altro intervento che è stato predisposto riguarda la realizzazione di due collegamenti ciclabili che consentono ai ciclisti stradali di poter continuare a viaggiare su strada, evitando di dover transitare all'interno della galleria. Nella sostanza in imbocco e in uscita della galleria sono state realizzate due deviazioni che si sviluppano parallelamente alla viabilità e la scavalcano in corrispondenza delle gallerie artificiali, sfruttandone la soletta di copertura. In questo modo si ha un percorso che si ricollega alla viabilità esistente, evitando che i ciclisti si trovino a percorrere la galleria. Di seguito vengono riportati degli stralci planimetrici.

11 LE OPERE STRUTTURALI

Il progetto in esame non prevede (ad eccezione della galleria naturale) opere d'arte di particolare importanza.

Le opere più significative sono ovviamente le due gallerie artificiali e i relativi muri d'approccio.

E' poi prevista la realizzazione di opere idrauliche e in particolare:

- n.10 tombini di cui n.10 circolari Ø1500
- n. 1 tombino scatolare di dimensione interne 300x200cm
- n. 1 opera idraulica di trasparenza di più ampia luce (600cm netti interni di larghezza)

11.1 LE GALLERIE ARTIFICIALI E I MURI DI APPROCCIO

Per le zone di approccio della galleria naturale è prevista la realizzazione di n.2 galleria artificiale di cui quella sud di lunghezza pari a 15m e quella nord di lunghezza maggiore, pari a 35m. Tali gallerie sono precedute e seguite da muri a "U" di altezza progressivamente decrescente

La struttura della galleria artificiale è prevista nel progetto definitivo di tipo scatolare con pareti da 110cm, soletta superiore di spessore pari a 110cm e solettone di fondazione da 130cm.

Tale struttura consente sia il rinterro e la risagomatura del terreno superiormente (anche con valenza di mitigazione ambientale) sia il passaggio della pista ciclabile monodirezionale (direttrice nord-sud) utile a evitare che i ciclisti su strada si immettano in galleria naturale.

La struttura artificiale è preceduta (su ambo i lati) da muri a "U" a profilo variabili che consentono, da un lato di minimizzare l'î

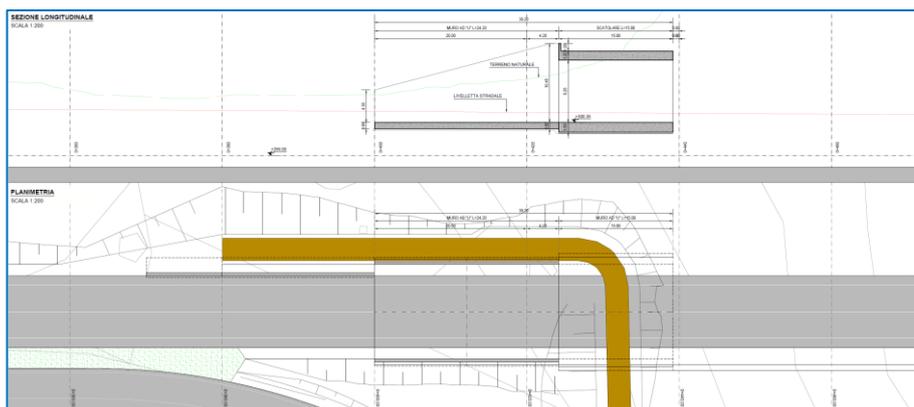
Per i muri a "U" nelle zone con paramenti di elevata altezza (maggiori di 7m) sono previsti spessori delle elevazioni di 95cm e spessori della ciabatta di fondazione di 100cm mentre per le restanti zone gli spessori delle elevazioni sono ridotte a 75cm e quelli della soletta di fondazione a 80cm.

I muri a "U" hanno la funzione sia di sostenere la rama della pista ciclabile presente sul lato di monte sia il terreno di valle così da minimizzare l'impatto finale dell'opera soprattutto nella zona di approccio della galleria di fatto annullando gli ampi sbancamenti previsti in progetto preliminare e annullando la vista delle opere dal lato del Fiume Nera.

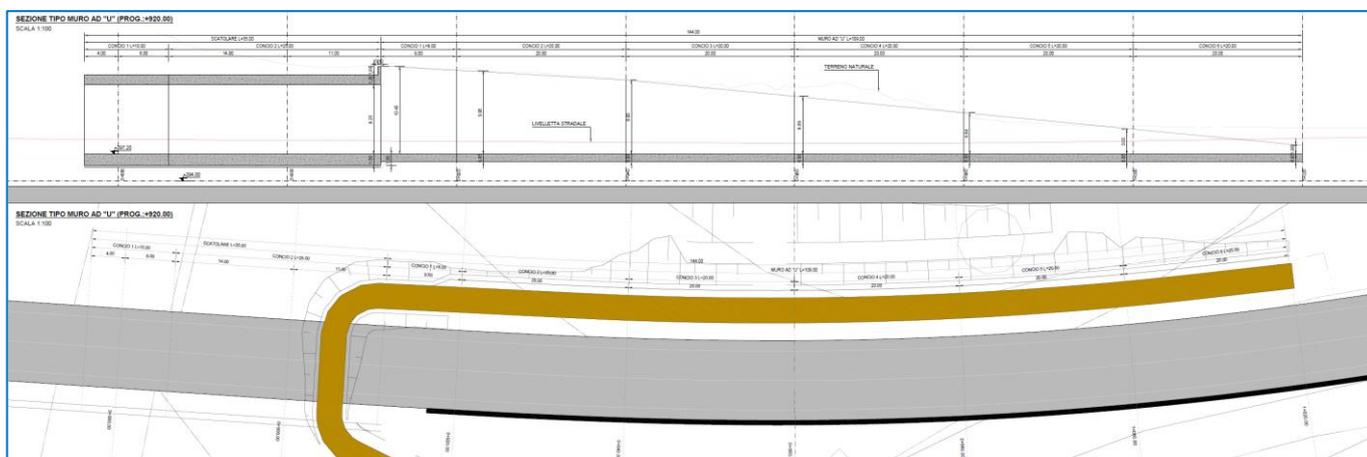
Tutti i paramenti esterni delle opere sono previsti rivestiti in pietra locale.

La soletta di fondazione dei muri a "U" prima e della Galleria artificiale poi è sempre posta a una profondità di almeno 120/13cm dal piano stradale per consentire il passaggio dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma.

Qui a seguire si riporta la geometria dell'imbocco sud



Qui a seguire si riporta invece la geometria dell'imbocco nord

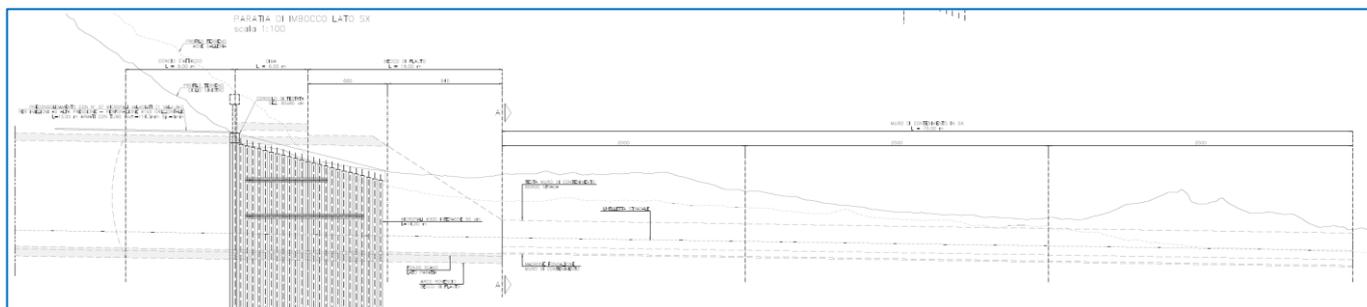


Rispetto al progetto di fattibilità tecnico economica le opere id imbocco sono state significativamente modificate in virtù sia delle modifiche di tracciato che soprattutto a causa dell'inserimento della pista ciclabile monodirezionale necessaria a garantire l'assenza di flussi ciclistici in galleria

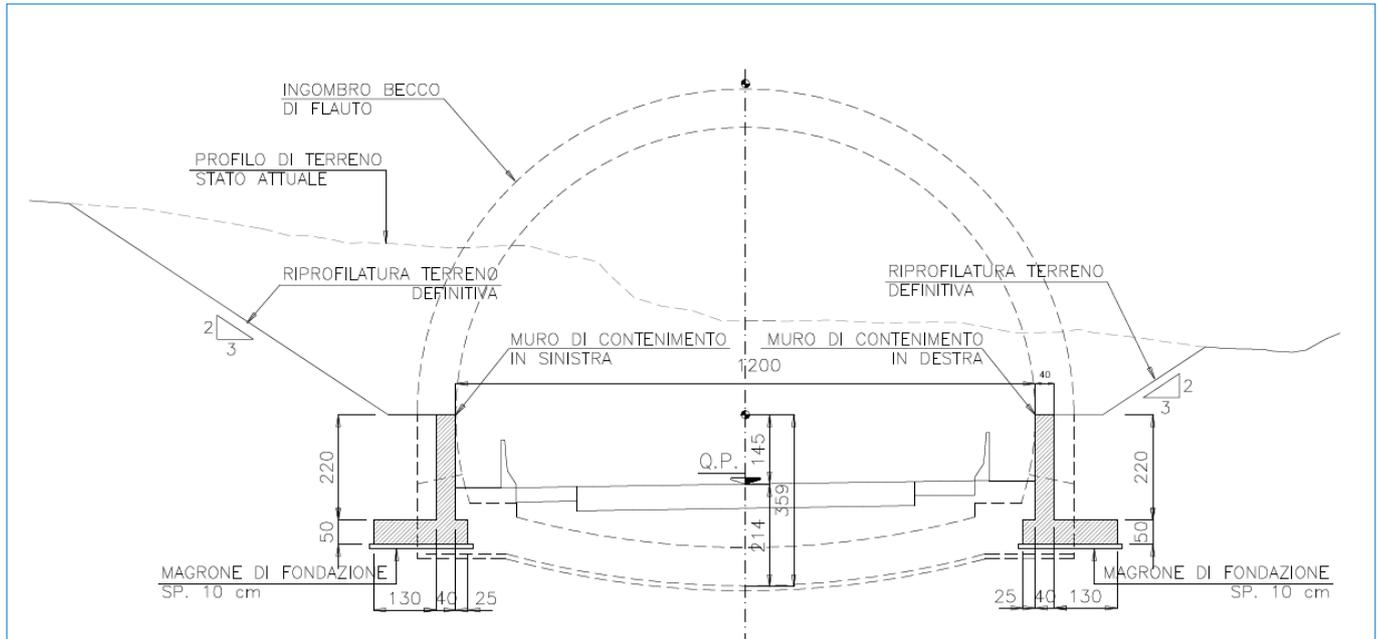
Il progetto di fattibilità tecnico economica prevedeva infatti gallerie artificiali realizzate con sezione interna in continuità con la galleria naturale con profilo a "becco di lauto" nella zona finale.

Tale scelta era possibile vista l'assenza della rampa della pista ciclabile sul lato di monte ma comunque comportava l'apertura id ampie trincee (se non il totale sbancamento) sul lato di valle nelle zone ricomprese tra la strada esistente e la infrastruttura in progetto.

Si riporta a seguire un breve estratto del progetto di fattibilità.



In uscita dalla galleria naturale il progetto di fattibilità prevedeva comunque delle opere di sostegno ma di modesta altezza (220cm l'altezza del paramento verticale). Utile a contenere la parte terminale delle scarpate delle trincee previste con pendenza 3/2. Ovviamente tale configurazione era resa possibile dall'assenza di opere infrastrutturali (la pista ciclabile monodirezionale) sul lato di monte.



11.2 LE OPERE IDRAULICHE

11.2.1 I TOMBINI CIRCOLARI Ø1500

Per il corretto smaltimento delle acque sia di versante che di piattaforma è prevista la realizzazione di numerose opere idrauliche trasversali (11 in totale). Di queste n.9 sono previste realizzate con tombini circolari Ø1500 interni disposti in senso trasversale a tutta larghezza con superamento sia della nuova carreggiata stradale sia della pista ciclabile in terra esistente in generale presente sul lato di valle dell'infrastruttura.

In particolare i tombini raccolgono sul lato di monte sia

- la canaletta in c.a. (a sezione rettangolare) prefabbricata, posta monte della cunetta alla francese a spalla alta (canaletta deputata alla raccolta delle acque di versante)
- i collettori di raccolta delle acque di piattaforma posti al di sotto della cunetta alla francese a spalla alta (collettori deputati alla raccolta delle acque di piattaforma)

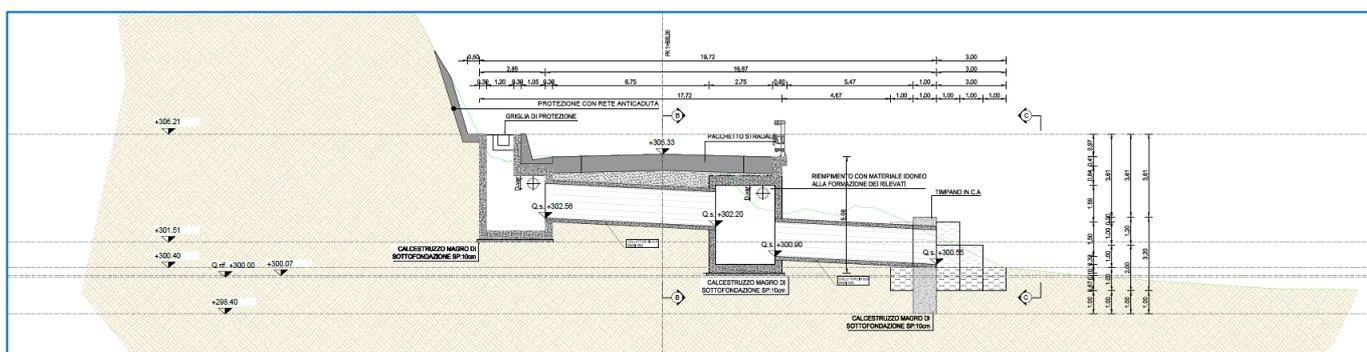
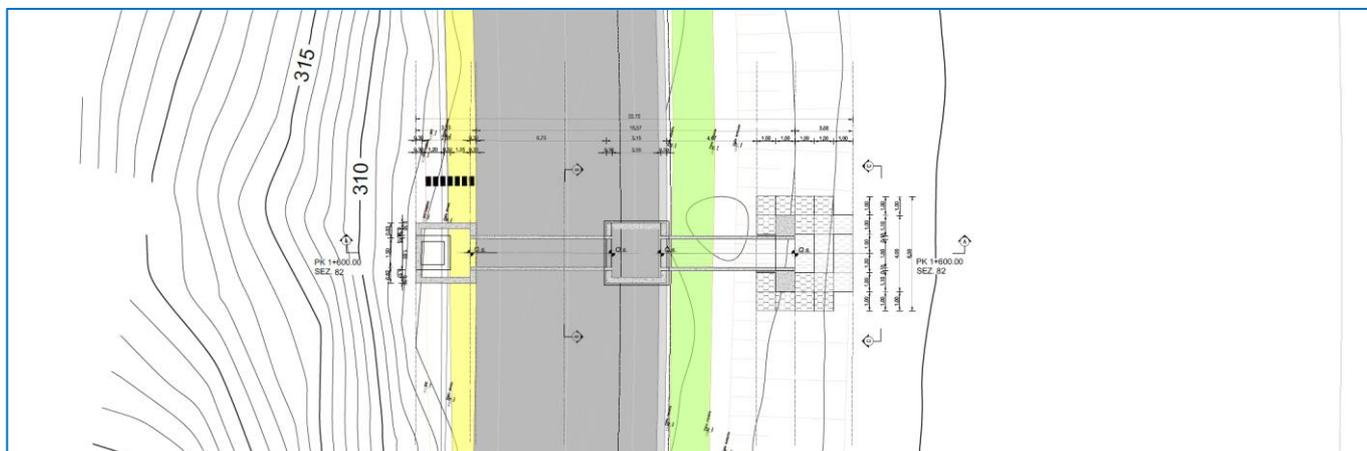
Ambedue questi elementi convergono in un grosso pozzetto di monte sagomato all'uopo previsto.

Sul lato di valle è invece prevista la realizzazione di una cameretta in cemento armato a pianta quadrata nella quale convergono esclusivamente i collettori di raccolta delle acque di piattaforma posti sul lato di valle dell'infrastruttura. Tale cameretta è anche deputata alla realizzazione di un salto del collettore Ø1500 ove necessario (in caso di elevato dislivello tra strada carrabile e pista ciclabile in terra).

Ambedue i manufatti sopra descritti sono previsti realizzati in opera in c.a. e sono completamente invisibili dal punto di vista paesaggistico

Il manufatto di sbocco lato Nera è invece stato previsto in gabbioni (provisto comunque di un setto / taglione in c.a. per la stabilità della zona di sbocco) così da assicurare un gradevole inserimento paesaggistico dell'opera.

Qui a seguire si riporta uno stralcio di un tombino esemplificativo



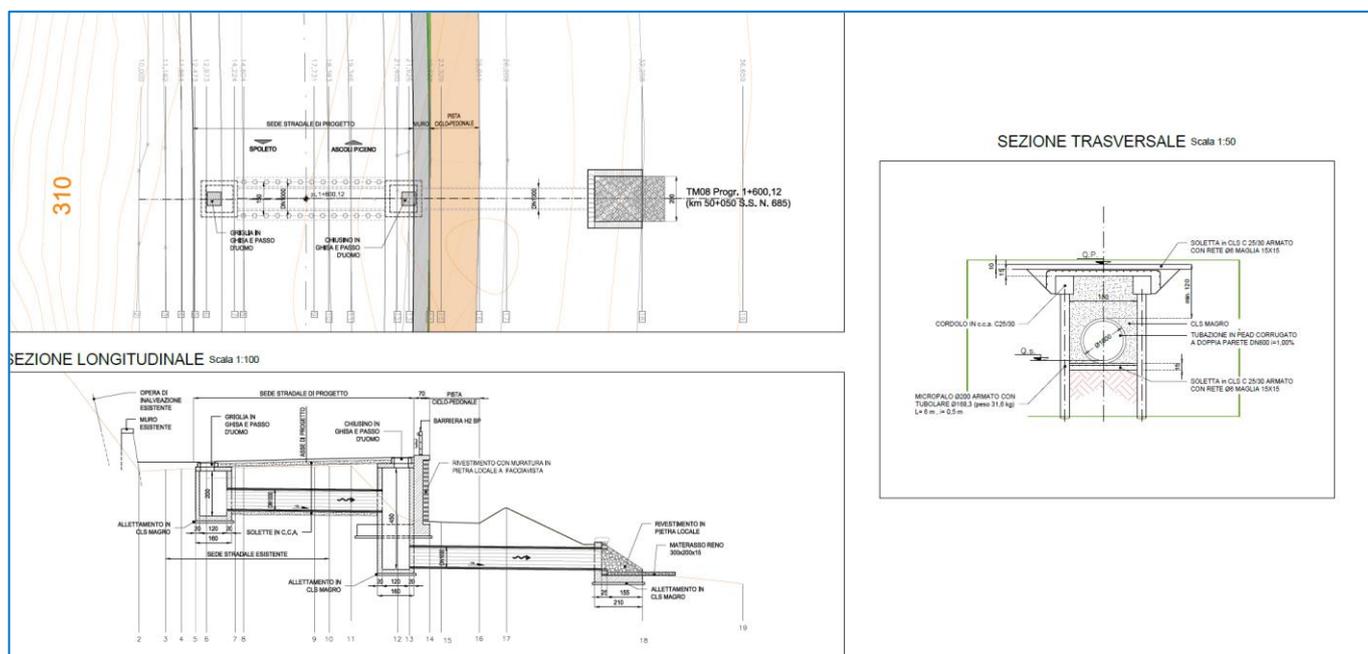
Il collettore Ø1500 previsto in c.a.v. con giunti a spessore, è previsto realizzato con scavo a sezione obbligato e rinfiacato in materiale selezionato comunque conforme per la realizzazione dei rilevati stradali.

A livello cantieristico è stata prevista un'apposita sequenza trasversale utile a consentire il mantenimento del transito (a senso unico alternato) lungo l'infrastruttura in esame.

I tombini sono stati confermati sostanzialmente nella posizione di quelli attuali (leggermente spostati per evitare che in fase cantieristica venga a mancare la necessaria trasparenza idraulica) e nella sostanza confermati rispetto alle previsioni del progetto di fattibilità tecnico economica)

Rispetto al livello progettuale precedente i collettori sono però stati aumentati di diametro (il preliminare prevedeva il ricorso a tubazione Ø1000 / Ø800) in conformità ai più moderni orientamenti progettuali e normativi al fine di garantire un adeguato franco e l'ispezionabilità delle opere.

La modifica del diametro ha comportato altresì la modifica del materiale in quanto si è privilegiato l'utilizzo di elementi in c.a.v. prefabbricati. Tale scelta consente anche di realizzare più comodamente i manufatti secondo un'adeguata sequenza trasversale.



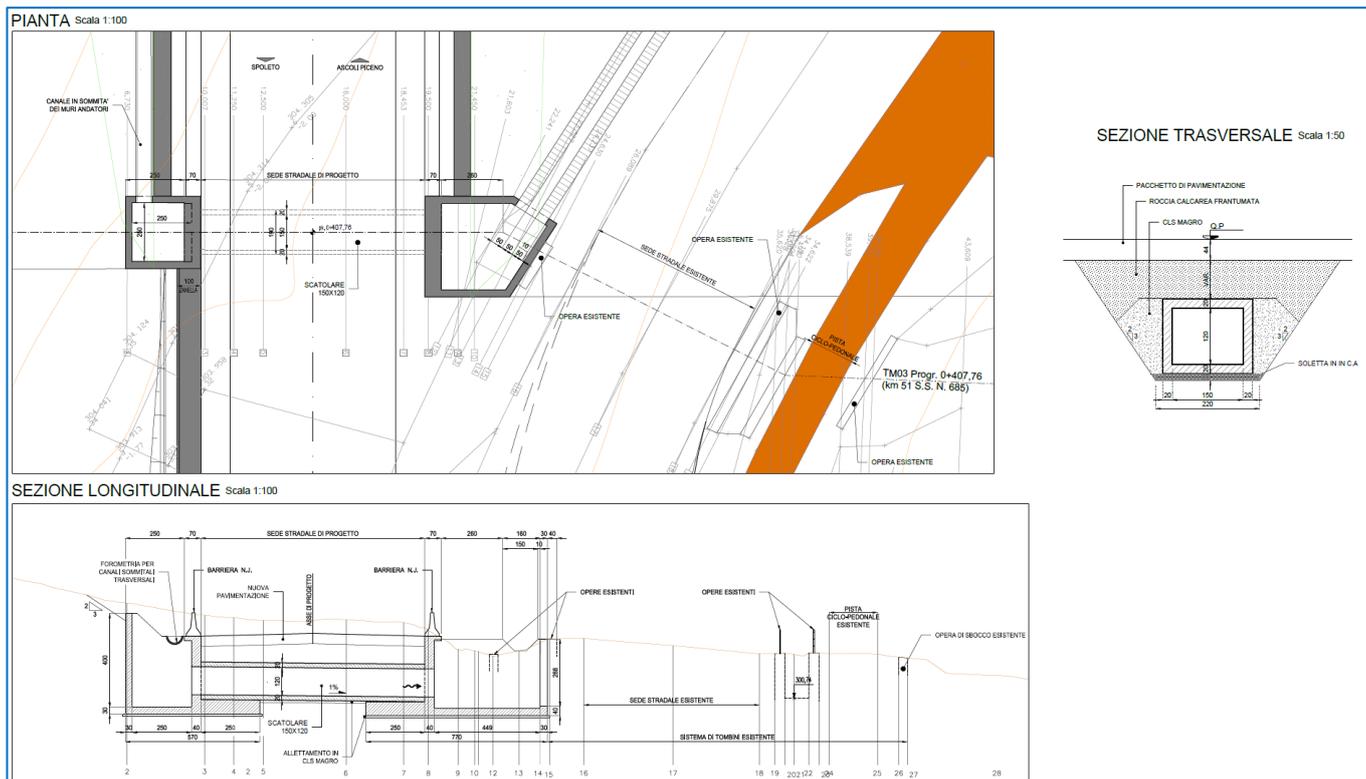
Vengono altresì eliminate tutte le opere provvisorie previste.

L'opera è prevista fondata su una soletta longitudinale di ripartizione armata con doppio strato di rete elettrosaldata utile a evitare cedimenti differenziali fra i conci.

I manufatti di imbocco e sbocco presentano caratteristiche assolutamente analoghe a quelle già descritte per i tombini circolari.

Lo scatolare è poi previsto rinfancato in misto cementato per minimizzare i rischi di cedimenti differenziali del manto stradale sovrastante.

Rispetto alla previsione del progetto di fattibilità tecnico-economica tale opera è stata nella sostanza confermata al netto di un incremento delle dimensioni utile a consentire le attività di manutenzione del manufatto stesso.



L'opera è stata inoltre leggermente riposizionato verso sud attraversando tutte le 3 sedi viarie e ciclabili presenti. Tale modifica si è resa necessaria anche in considerazione dell'introduzione dei muri a "U" in approccio alla galleria naturale

11.2.3 IL PONTICELLO ALLA PROGRESSIVA 1+315

Allo stato attuale l'infrastruttura viaria scavalca l'unico impluvio significativo presente nella tratta attraverso un manufatto ad arco di luce pari a circa 6m.

Al fine di garantire il completo adeguamento della tratta viaria in esame dal punto di vista strutturale e sismico, il progetto ne ha previsto il completo rifacimento con una struttura in cemento armato gettata in opera di tipo scatolare. Il rifacimento dell'opera idraulica interessa esclusivamente la carreggiata viaria mentre a valle, sotto la pista ciclabile in terra, non sono stati previsti interventi di sorta sul manufatto esistente.

11.3 LE OPERE DI SOSTEGNO

Lungo il lato di valle dell'infrastruttura a nord della galleria naturale è stata prevista la realizzazione di un lungo muro di sostegno a mensola (realizzato in cemento armato gettato in opera) e rivestito in pietra locale di separazione tra la viabilità in progetto e l'esistente pista ciclabile in terra.

Tale muro segue di fatto le previsioni progettuali del progetto di fattibilità tecnico economica e prevede in testa un cordolo sommitale utile ad alloggiare le barriere laterali bordo ponte.

12 IL PROGETTO IDRAULICO

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idrologica e idraulica dell'area di intervento e la definizione delle aree di pericolosità sono il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere ed il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (DICEMBRE 2021).

L'area di intervento ricade nel bacino idrografico del Fiume Tevere, UOM ITN010.

12.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il progetto idraulico è stato sviluppato nel rispetto della vigente normativa di riferimento nazionale e regionale:

- Norme Tecniche per le Costruzioni
 - D.M. 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni NTC 2018;
 - Circolare n.7 del 21.01.2019 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM.17.01.2018.
- D. Lgs 152/06 art. 113: "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia" e successive modifiche.
- "Primo aggiornamento del Piano di bacino del fiume Tevere, VI stralcio funzionale per l'Assetto Idrogeologico – PAI" - Adozione definitiva del Comitato Istituzionale con delibera n. 125 - Luglio 2012
- Norme Tecniche di Attuazione del PAI, I aggiornamento, adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 125 - Luglio 2012.
- D.G.R. 14 novembre 2016, n. 1312: "Piano di Tutela delle Acque Aggiornamento 2016-2021" (PTAR), in vigore dal 27 gennaio 2010, ai sensi dell'art.121, comma 5, del D.Lgs 152/06, adottato con deliberazione della giunta regionale 14 novembre 2016, n. 1312".

12.2 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON I PIANI DI BACINO

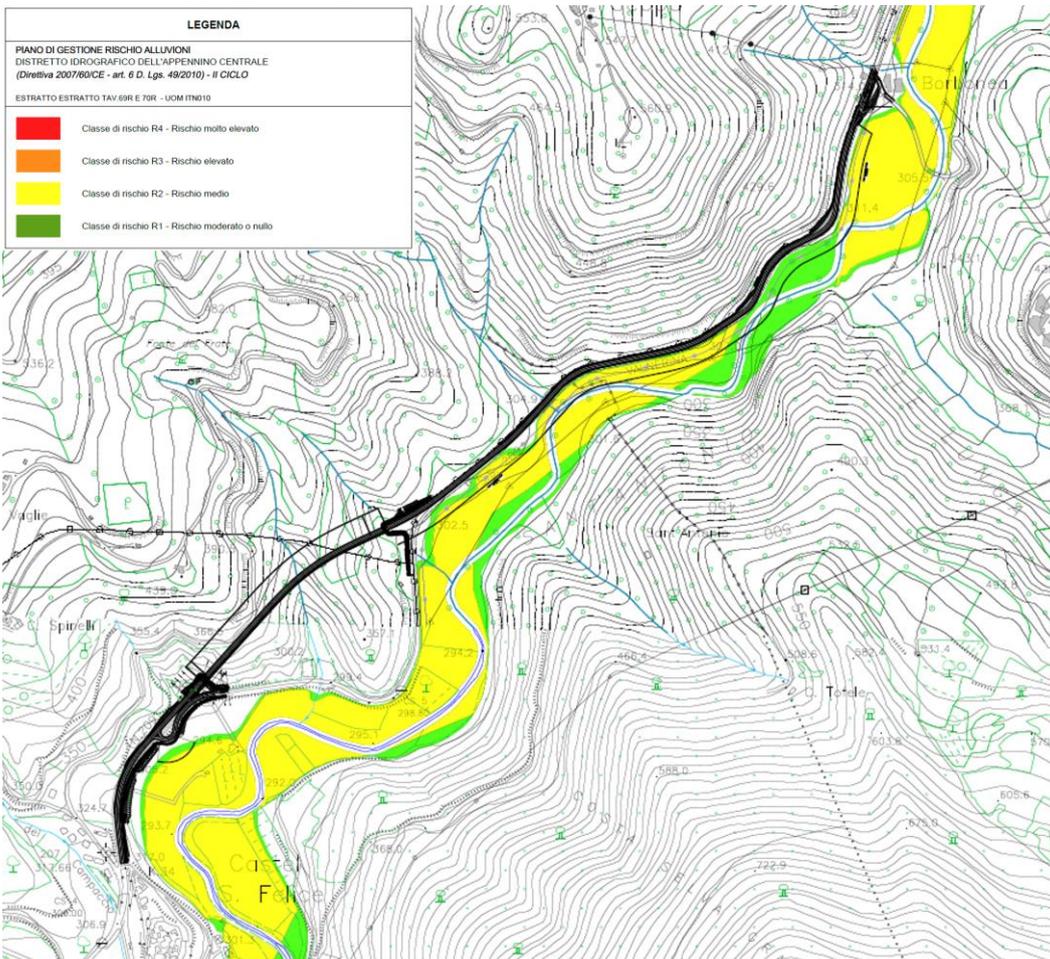
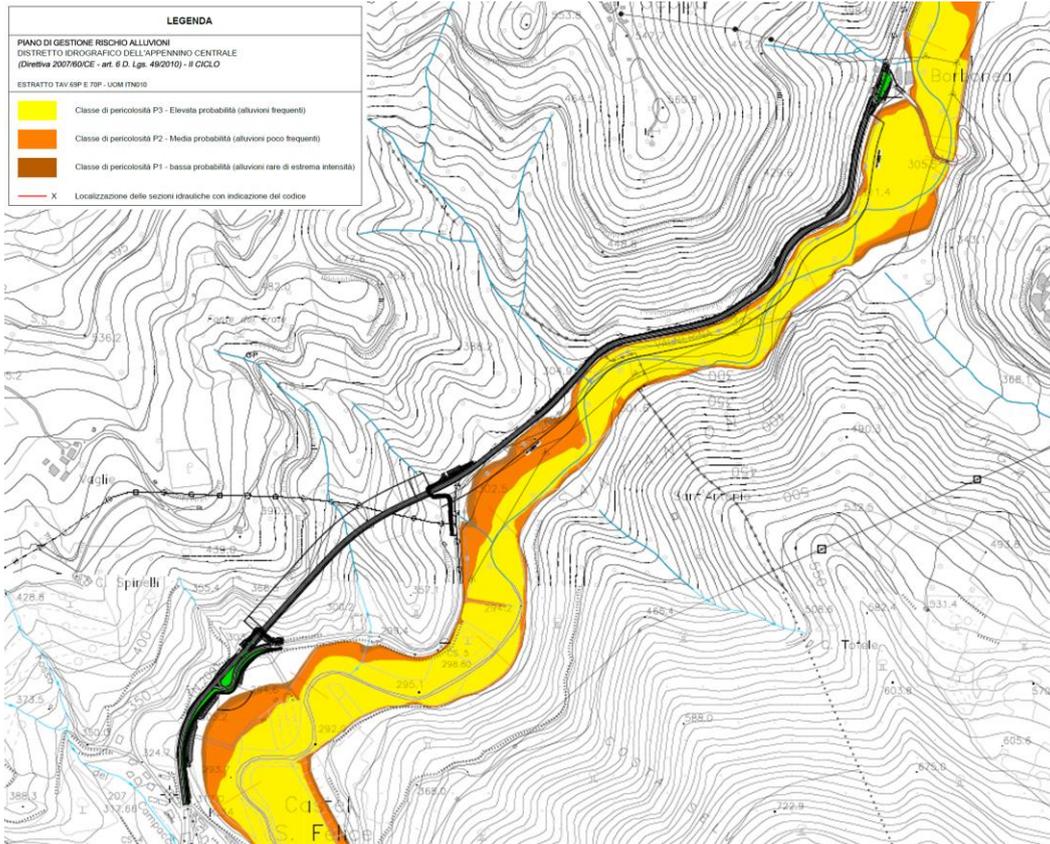
La zona oggetto di studio rientra nell'ambito territoriale di competenza dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Centrale, nell'UOM ITN10 – Bacino del Tevere.

È stata verificata l'attuabilità dell'intervento secondo quanto stabilito dal Piano di Assetto idrogeologico (PAI).

In particolare, è stata verificata l'interferenza con aree a pericolosità e rischio idraulico perimetrate nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) Il ciclo che individua:

- tre scenari di Pericolosità per gli eventi fluviale:
 - Scenario A (P1) – scarsa probabilità: $TR \leq 500$ anni.
 - Scenario B (P2) – media probabilità: $TR \leq 200$ anni.
 - Scenario C (P3) – elevata probabilità: $TR \leq 50$ anni.
- 4 classi di Rischio:
 - R4 – Rischio molto elevato.
 - R3 – Rischio elevato.
 - R4 – Rischio medio.
 - R4 – Rischio moderato o nullo.

Nelle figure a seguire si riporta un estratto delle tavole 69P/R E 70P/R con ubicazione dell'intervento di progetto; in nero è riportato il tracciato principale di progetto.



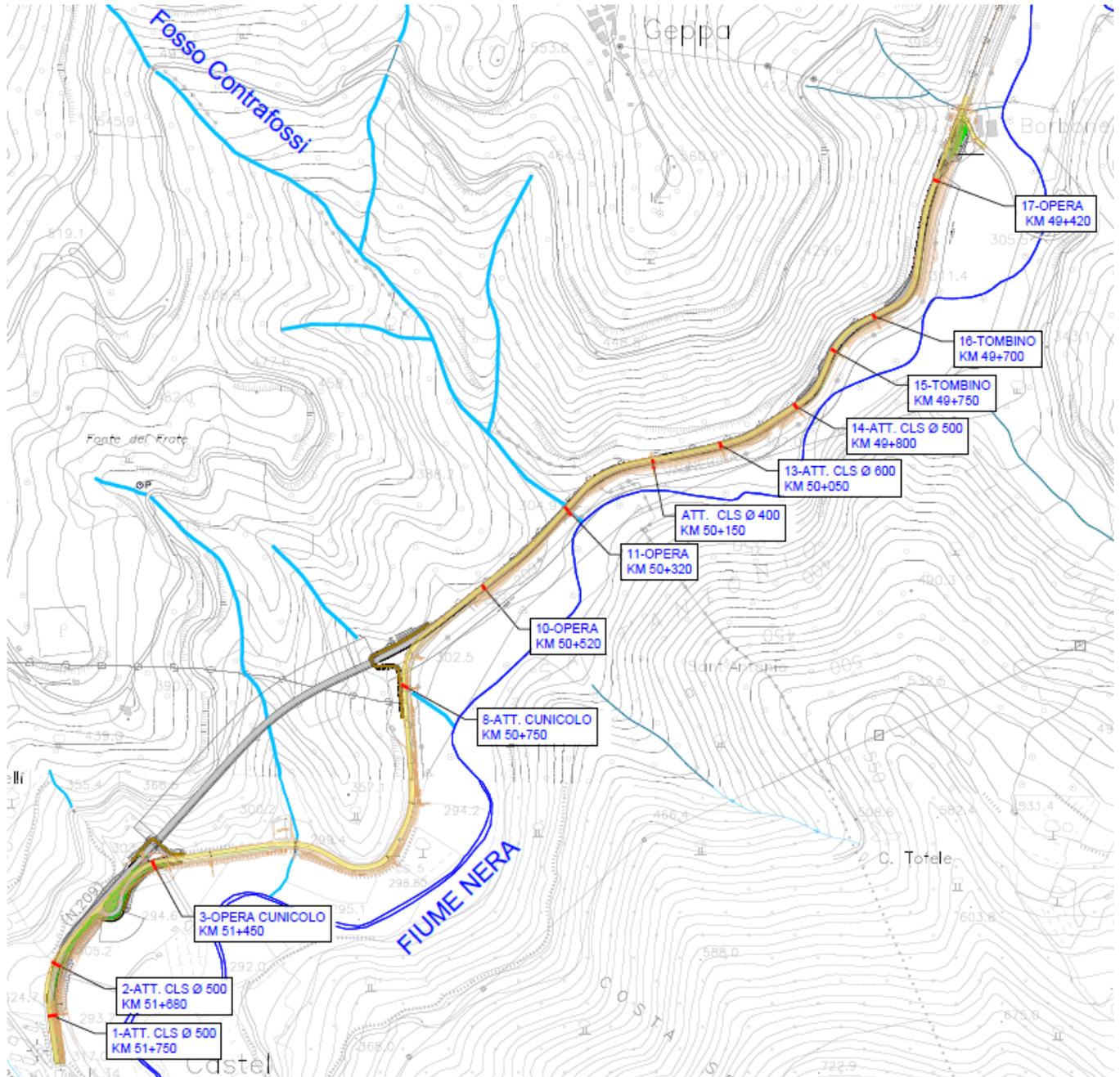
Il tracciato di progetto non ricade in aree a pericolosità e rischio idraulico.

L'intervento non è dunque soggetto alle prescrizioni delle Norme di Attuazione del PAI.

12.3 INDIVIDUAZIONE E RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE

Per individuare le interferenze idrauliche sono stati utilizzati: i rilievi in situ, la Carta Tecnica Regionale e i dati disponibili sul Geoportale Regionale.

Lungo il tracciato sono presenti allo stato attuale n° 12 tombini idraulici di varie forme e dimensioni.



I lavori di adeguamento del tracciato comportano la necessità di eseguire un adeguamento anche sulle strutture dei tombini, che verranno sostituiti con nuovi elementi, conformi alle dimensioni prescritte delle Norme Tecniche per le Costruzioni. In particolare, si adotteranno le seguenti soluzioni progettuali:

- I tombini circolari esistenti di diametro variabile da 400 a 600mm e gli specchi di piccole dimensioni in cui confluiscono le acque di bacini di estensione limitata, saranno sostituiti con collettori circolari in cls di 1.5m di diametro;
- Il ponticello ad arco di luce pari a 6.0m e altezza circa pari a 3.0m che consente l'attraversamento del fosso Contrafossi sarà sostituito, in corrispondenza dell'asse principale di progetto, con uno scatolare di 6.0m di base per 3.0m di altezza che si raccorda all'opera esistente che sottopassa la pista ciclabile.

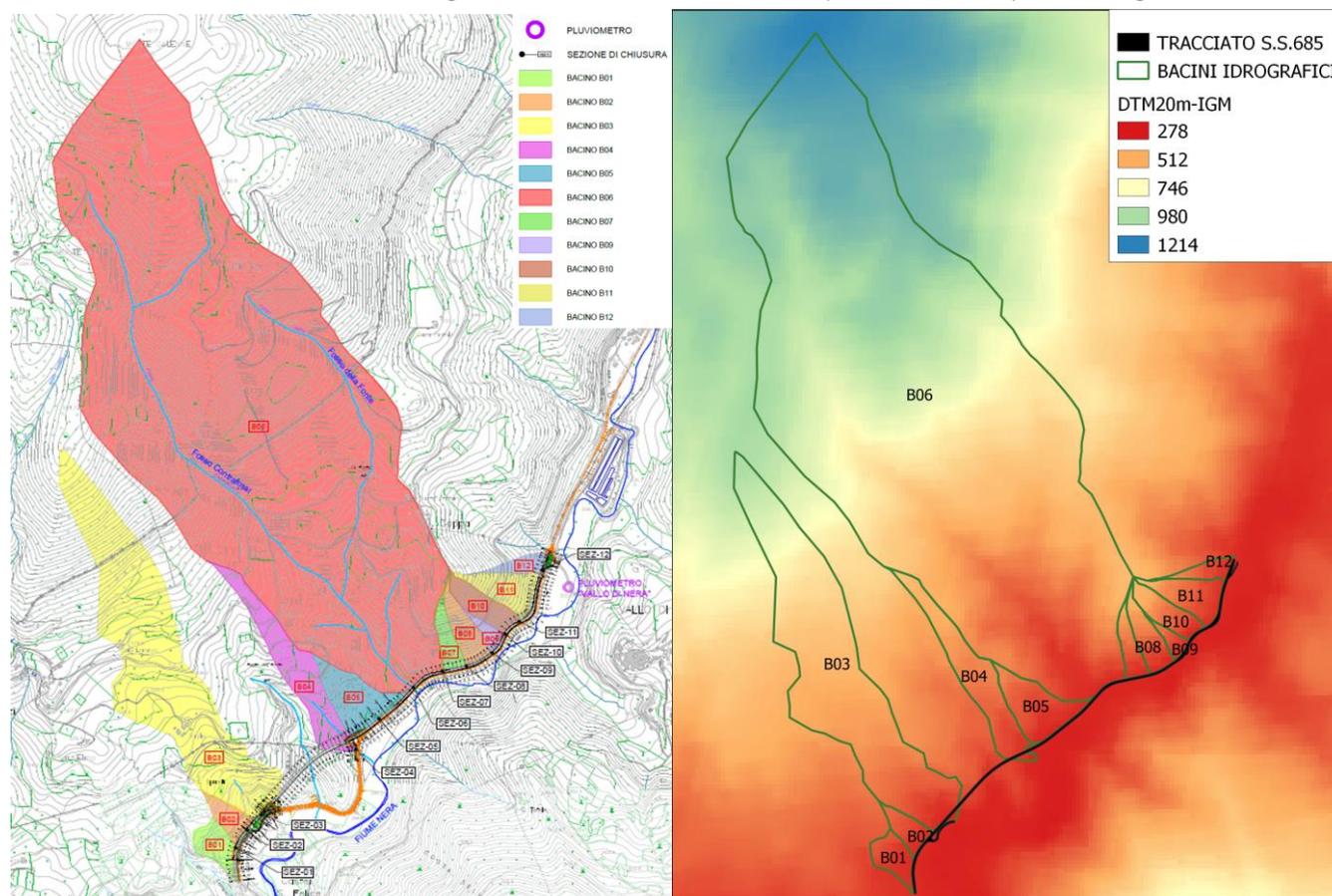
Il tracciato, nel tratto oggetto di intervento, è ubicato al piede del versante che degrada verso l'area golenale del fiume Nera.

L'acqua di versante attualmente confluisce nella cunetta a margine della carreggiata sinistra e viene recapitata a valle, insieme alle acque di piattaforma, mediante i tombini precedentemente descritti. Il progetto prevede la realizzazione di una canaletta rettangolare delle dimensioni di 0.5m x 0.5m; 0.75m X 0.75m o 1.0mx 1.0m, posta a tergo della cunetta sul margine sinistro della carreggiata che scarica le acque in corrispondenza degli scarichi attuali. Ciò garantisce una maggiore sicurezza idraulica della strada e il rispetto dell'invarianza idraulica non alterando l'attuale assetto idraulico dell'area.

Per una descrizione più esaustiva dei tombini idraulici si rimanda al capito 11.

12.4 CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

Per caratterizzare la rete idrografica, individuare i limiti dei bacini, delineati a partire dalle sezioni di interesse, sono stati utilizzati il modello digitale idrologico del terreno di risoluzione pari a 20 m disponibile nel Geoportale Nazionale (DTM), la Carta Tecnica Regionale, i rilievi in situ e i dati disponibili sul Geoportale Regionale.



Una volta definiti i bacini è stato possibile individuarne, mediante elaborazioni in ambiente GIS, le principali caratteristiche morfologiche, fisiche ed idrologiche.

12.5 PLUVIOMETRIA

Per la caratterizzazione pluviometrica dell'area si è fatto riferimento alla "Regionalizzazione delle piogge intense mediante analisi della variabilità spazio temporale delle precipitazioni intense" commissionata dalla Regione Umbria con Decreto Dirigenziale 14183 del 22/12/2017 dall'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, CNR-IRPI, e dal Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia.

La definizione del regime delle piogge di breve durata e notevole intensità, attraverso le curve di possibilità pluviometrica, consente di valutare, con il metodo afflussi-deflussi, le portate al colmo di piena da adottare per il dimensionamento e la verifica dei manufatti idraulici.

Il punto di partenza dello studio è costituito dalla stima delle relazioni tra altezza di pioggia di assegnata durata e la corrispondente frequenza di accadimento, comunemente denominate curve di probabilità pluviometrica o linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ottenute attraverso l'analisi statistica delle altezze di pioggia massime annuali delle stazioni pluviometriche disponibili al 31 dicembre 2015, laddove la numerosità di questi ultimi lo ha reso possibile (Morbidelli et al., 2016). Le stazioni per le quali è stato effettuato questo tipo di analisi sono 46 e sono ben distribuite sul territorio regionale. Lo studio di regionalizzazione delle precipitazioni analizza in forma congiunta i dati di pioggia delle stazioni pluviometriche valutandone il grado di omogeneità a partire dagli esiti dello studio a scala locale di Morbidelli et al. (2016). L'analisi consente di individuare le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornisce gli strumenti per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei.

La procedura sopra riportata, descritta nel rapporto "Revisione della regionalizzazione delle piogge intense mediante analisi della variabilità spazio-temporale delle precipitazioni intense" (<https://servizioidrografico.regione.umbria.it/regionalizzazione-piogge-intense/>), ha consentito di ottenere i valori regionalizzati degli spessori di pioggia per i tempi di ritorno (TC) pari a 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni e durata (D) pari a 1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 ore, pubblicati nel sito: <https://servizioidrografico.regione.umbria.it/regionalizzazione>.

Tra le stazioni pluviometriche utilizzate nello studio c'è la stazione di Vallo di Nera, ubicata in prossimità del tracciato di progetto. Secondo le indicazioni fornite nel rapporto "nelle aree in cui siano presenti pluviometri della rete regionale per i quali sono state determinate le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) pubblicate in Morbidelli et al. (2016), si raccomanda di utilizzare lo spessore di pioggia più cautelativo tra quello ottenuto mediante la procedura di regionalizzazione e quello derivato dalle LSPP puntuali".

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica più cautelativi sono risultati quelli stimati per la stazione pluviometrica di Vallo di Nera.

Per tale stazione sono disponibili i dati di pioggia relativi agli anni dal 1996 al 2015; la numerosità del campione è di 20 anni.

Le analisi statistiche sono state effettuate per i campioni degli spessori massimi annuali di durata pari a 5, 10, 15, 20, 30, 40 min e 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 ore.

Nella tabella a seguire si riportano i parametri relativi ai diversi tempi di ritorno.

| TR [anni] | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a | 35.04 | 42.12 | 51.35 | 58.42 | 65.65 | 73.06 |
| n' | 0.411 | 0.411 | 0.411 | 0.411 | 0.411 | 0.411 |
| n' | 0.208 | 0.208 | 0.208 | 0.208 | 0.208 | 0.208 |

12.6 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO

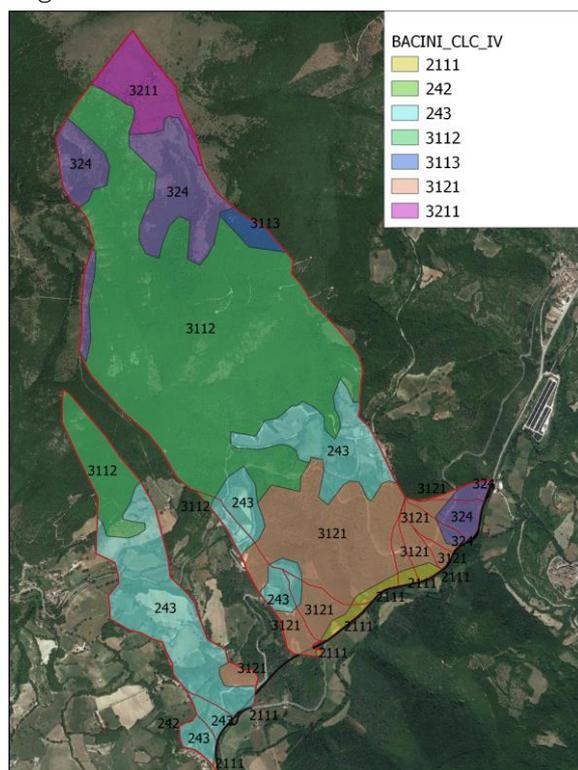
Il modello utilizzato per la stima delle portate è quello definito come razionale o del ritardo di corrivazione.

La stima del tempo di corrivazione dei bacini, nelle sezioni di chiusura di interesse, è stata fatta adottando le relazioni più comunemente utilizzate e valide per bacini con caratteristiche simili a quelli in studio. Come tempo di corrivazione adi progetto è stato assunta è la media dei tempi di corrivazione calcolati. Nei casi in cui tale tempo è risultato inferiore a 0,083 ore (5 minuti) è stato adottato questo valore, che tiene conto di un tempo minimo di formazione del deflusso.

| ID Bacino | tc | tc | tc | tc medio | tc progetto |
|-----------|---------|---------|---------|----------|--------------|
| | [h] | [h] | [h] | [h] | [h] |
| | Kirpich | Pezzoli | Ventura | | |
| B01 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.083 |
| B02 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.083 |
| B03 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.17 | 0.175 |
| B04 | 0.12 | 0.12 | 0.08 | 0.11 | 0.111 |
| B05 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.083 |
| B06 | 0.33 | 0.45 | 0.45 | 0.41 | 0.409 |
| B07 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.083 |
| B08 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.083 |
| B09 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.083 |
| B10 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.083 |
| B11 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.083 |
| B12 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.083 |

La stima delle perdite idrologiche è stata effettuata con il metodo del Curve Number messo a punto dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti [U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service (SCS), 1972].

Il calcolo del Curve Number è stato effettuato in ambiente GIS utilizzando le mappe di uso del suolo (Corine Land Cover 2018), la carta geolitologica d'Italia e la cartografia idrogeologica sperimentale della Piana Reatina. In figura si riporta l'intersezione dei bacini idrografici con la carta dell'uso suolo.



Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena e considerato che in occasione di queste ultime frequentemente il terreno del bacino si presenta in condizioni di elevata umidità, si è preferito adottare il valore di CN_{III} . Il coefficiente di assorbimento iniziale del terreno è stato assunto pari a 0.05.

| CODICE BACINO | SEZIONE DI CHIUSURA | A | tc progetto | i(50) | $\varphi(50)$ | Q(50) | Q (50)/A | i(200) | $\varphi(200)$ | Q(200) | Q (200)/A |
|---------------|---------------------|--------------------|-------------|--------|---------------|---------------------|--------------------------------------|--------|----------------|---------------------|--------------------------------------|
| | | [km ²] | [h] | [mm/h] | [mm] | [m ³ /s] | [m ³ /s/km ²] | [mm/h] | | [m ³ /s] | [m ³ /s/km ²] |
| B01 | SEZ-01 | 0.03 | 0.08 | 252.46 | 19.58 | 0.85 | 26.16 | 315.73 | 0.43 | 1.24 | 38.04 |
| B02 | SEZ-02 | 0.02 | 0.08 | 252.46 | 19.57 | 0.61 | 26.09 | 315.73 | 0.43 | 0.88 | 37.96 |
| B03 | SEZ-03 | 0.53 | 0.17 | 163.21 | 26.47 | 8.68 | 16.50 | 204.12 | 0.42 | 12.66 | 24.07 |
| B04 | SEZ-04 | 0.12 | 0.11 | 212.77 | 21.94 | 2.46 | 20.98 | 266.09 | 0.42 | 3.60 | 30.69 |
| B05 | SEZ-05 | 0.07 | 0.08 | 252.46 | 19.23 | 1.62 | 22.25 | 315.73 | 0.38 | 2.40 | 32.98 |
| B06 | SEZ-06 | 2.91 | 0.41 | 98.89 | 37.53 | 28.96 | 9.94 | 123.68 | 0.42 | 42.26 | 14.51 |
| B07 | SEZ-07 | 0.03 | 0.08 | 252.46 | 19.23 | 0.56 | 22.24 | 315.73 | 0.38 | 0.83 | 32.98 |
| B08 | SEZ-08 | 0.04 | 0.08 | 252.46 | 19.17 | 0.81 | 21.69 | 315.73 | 0.37 | 1.21 | 32.25 |
| B09 | SEZ-09 | 0.01 | 0.08 | 252.46 | 19.00 | 0.26 | 21.04 | 315.73 | 0.34 | 0.38 | 30.17 |
| B10 | SEZ-10 | 0.03 | 0.08 | 252.46 | 19.07 | 0.67 | 21.04 | 315.73 | 0.35 | 0.99 | 31.05 |
| B11 | SEZ-11 | 0.05 | 0.08 | 252.46 | 19.22 | 1.15 | 22.19 | 315.73 | 0.38 | 1.71 | 32.91 |
| B12 | SEZ-12 | 0.02 | 0.08 | 252.46 | 19.24 | 0.38 | 22.34 | 315.73 | 0.38 | 0.56 | 33.10 |

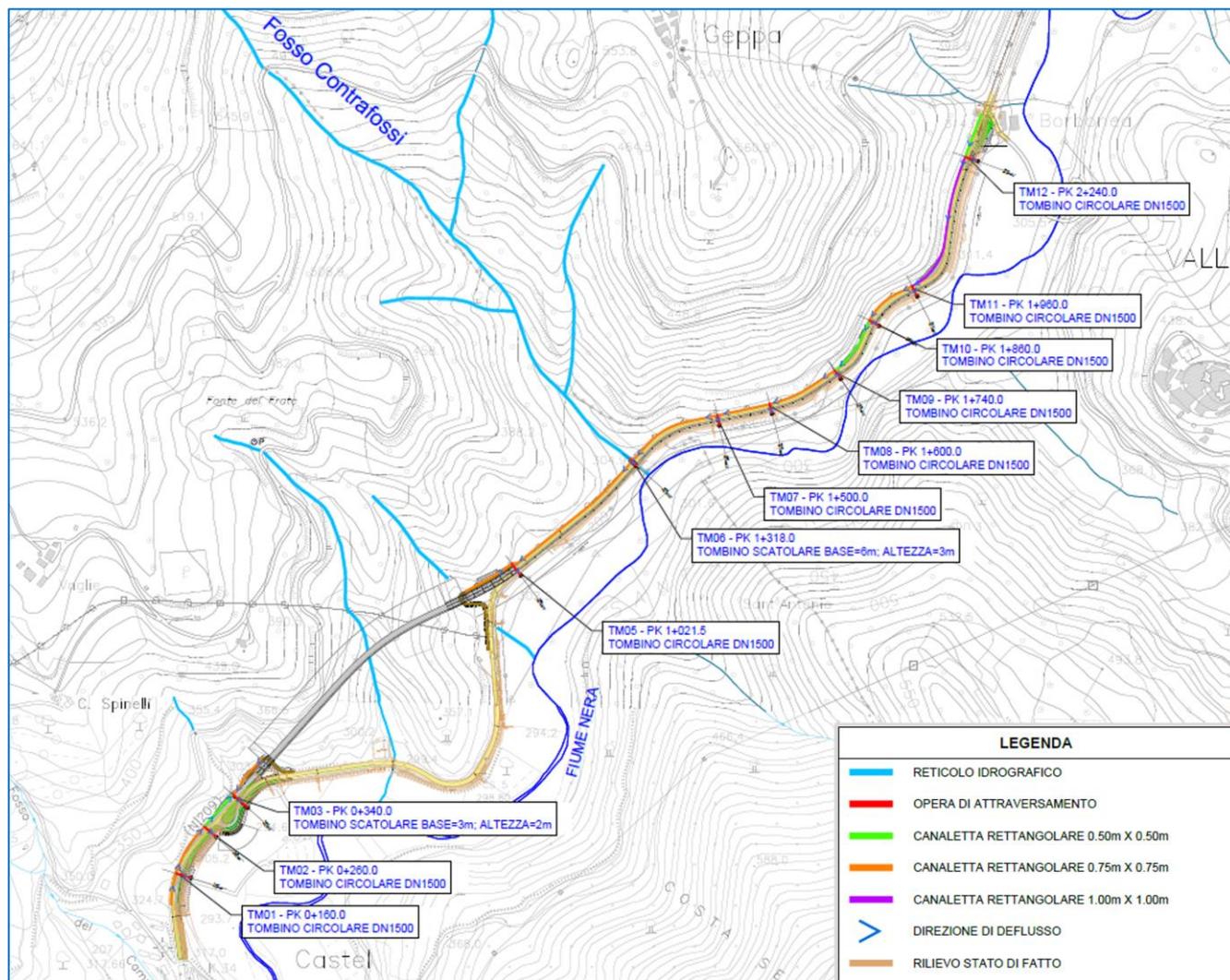
12.7 VERIFICA DEI TOMBINI DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO DI PROGETTO

Nel presente capitolo si riporta la verifica dei tombini di attraversamento in progetto effettuata per tempo di ritorno di 200 anni.

I criteri di verifica adottati, secondo le NTC 2018 e relativa circolare applicativa, sono:

- Portata di verifica corrispondente a 200 anni di tempo di ritorno;
- Grado di riempimento massimo corrispondente a 2/3 dell'altezza e comunque franco minimo di 0,5 m dall'intradosso.

| ID OPERA | PK | ID BACINO CONTRIBUENTE | Pendenza | TIPOLOGICO |
|----------|---------|------------------------|---------------|-----------------------|
| TM01 | 0+160.0 | B01 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM02 | 0+260.0 | B02 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM03 | 0+340.0 | B03 | 0.50% | SCATOLARE 3.0m x 2.0m |
| TM05 | 1+021.5 | B05 | 4.40% - 0.50% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM06 | 1+318.0 | B06 | 1.00% | SCATOLARE 6.0m x 3.0m |
| TM07 | 1+500.0 | B07 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM08 | 1+600.0 | B08 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM09 | 1+740.0 | B09 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM10 | 1+860.0 | B10 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM11 | 1+960.0 | B11 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |
| TM12 | 2.240.0 | B12 | 5.00% | CIRCOLARE DN1500 |



Il moto all'interno dei tombini è stato descritto adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si è utilizzata la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso.

Per la verifica si è posto un coefficiente di scabrezza k_s pari a:

- $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per il cls gettato in opera;
- $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per il cls prefabbricato

A seguire si riportano le tabelle con i risultati delle verifiche.

| D OPERA | Q BACINO | Q PIATT. | TIRANTE (h) | A | C | R | X | Q | V | Fr | Gr | FRANCO |
|---------|----------|----------|-------------|-------------------|------|------|---------------------|-------|------|------|-------|--------|
| | | | [m] | [m ²] | [m] | [m] | [m ³ /s] | [m/s] | | | [m] | |
| TM01 | 1.24 | 0.12 | 0.34 | 0.30 | 1.48 | 0.20 | 45.88 | 1.36 | 4.59 | 3.01 | 22.4% | 1.16 |
| TM02 | 0.88 | 0.08 | 0.28 | 0.23 | 1.35 | 0.17 | 44.75 | 0.96 | 4.15 | 2.98 | 18.9% | 1.22 |
| TM03 | 12.67 | 0.08 | 1.28 | 3.84 | 5.56 | 0.69 | 56.42 | 12.75 | 3.32 | 0.30 | 64.1% | 0.72 |
| TM05 | 2.40 | 0.17 | 0.89 | 1.09 | 2.64 | 0.41 | 51.80 | 2.57 | 2.36 | 0.87 | 59.3% | 0.61 |
| TM06 | 42.25 | 0.14 | 1.27 | 7.62 | 8.54 | 0.89 | 58.87 | 42.40 | 5.56 | 0.50 | 42.3% | 1.73 |
| TM07 | 0.85 | 0.09 | 0.28 | 0.23 | 1.34 | 0.17 | 44.66 | 0.94 | 4.12 | 2.98 | 18.7% | 1.22 |
| TM08 | 1.21 | 0.11 | 0.33 | 0.29 | 1.47 | 0.20 | 45.80 | 1.32 | 4.55 | 3.01 | 22.1% | 1.17 |
| TM09 | 0.38 | 0.10 | 0.20 | 0.14 | 1.13 | 0.13 | 42.51 | 0.48 | 3.38 | 2.89 | 13.5% | 1.30 |
| TM10 | 1.00 | 0.08 | 0.30 | 0.25 | 1.39 | 0.18 | 45.13 | 1.08 | 4.29 | 2.99 | 20.0% | 1.20 |
| TM11 | 1.71 | 0.26 | 0.41 | 0.39 | 1.64 | 0.24 | 47.14 | 1.97 | 5.11 | 3.03 | 27.0% | 1.09 |
| TM12 | 0.60 | 0.08 | 0.24 | 0.18 | 1.23 | 0.15 | 43.60 | 0.68 | 3.74 | 2.94 | 15.9% | 1.26 |

Come si evince dai risultati delle verifiche i tombini risultano verificati con un grado di riempimento massimo del 64.1% e un franco idraulico sempre maggiore di 1/3 della luce.

12.8 VERIFICA DELLA CANALETTA RETTANGOLARE IN CLS

L'acqua di versante attualmente confluisce nella cunetta a margine della carreggiata sinistra e viene recapitata a valle, insieme alle acque di piattaforma, mediante i tombini precedentemente descritti. Il progetto prevede la realizzazione di una canaletta rettangolare delle dimensioni di 0.5mx0.5m; 0.75mx0.75m o 1.0mx1.0m, posta a tergo della cunetta sul margine sinistro della carreggiata che scarica le acque in corrispondenza degli scarichi attuali garantendo una maggiore sicurezza idraulica della strada e il rispetto dell'invarianza idraulica non alterando l'attuale assetto idraulico dell'area.

Nel presente capitolo si riporta la verifica della canaletta per tempo di ritorno di 50anni.

Nella tabella seguente si riportano le portate afferenti ai diversi tratti e i parametri adottati per la stima.

| PROGRESSIVA MONTE | PROGRESSIVA VALLE | LUNGHEZZA | AREA CONTRIBUENTE | $\phi(50)$ | TEMPO DI ACCESSO | TEMPO DI CONCENTRAZIONE | INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE | PORTATA IDROLOGICA |
|-------------------|-------------------|-----------|-------------------|------------|------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | [m] | [m ²] | | [h] | [h] | [mm/h] | [m ³ /s] |
| 0.0 | 160.0 | 160.0 | 32475.0 | 0.37 | 0.083 | 0.100 | 226.2 | 0.761 |
| 160.0 | 260.0 | 100.0 | 23310.0 | 0.37 | 0.083 | 0.093 | 236.1 | 0.569 |
| 260.0 | 340.0 | 80.0 | 4700.0 | 0.36 | 0.083 | 0.104 | 221.4 | 0.105 |
| 1320.0 | 1020.0 | 300.0 | 36759.0 | 0.32 | 0.083 | 0.117 | 206.5 | 0.669 |
| 1500.0 | 1320.0 | 180.0 | 31650.0 | 0.36 | 0.083 | 0.104 | 221.0 | 0.703 |
| 1600.0 | 1500.0 | 100.0 | 25200.0 | 0.32 | 0.083 | 0.102 | 224.3 | 0.498 |
| 1740.0 | 1600.0 | 140.0 | 37500.0 | 0.31 | 0.083 | 0.103 | 222.9 | 0.718 |
| 1860.0 | 1740.0 | 120.0 | 12580.0 | 0.29 | 0.083 | 0.109 | 215.0 | 0.215 |
| 1960.0 | 1860.0 | 100.0 | 32032.0 | 0.30 | 0.083 | 0.094 | 234.6 | 0.619 |
| 2240.0 | 1960.0 | 280.0 | 51980.0 | 0.32 | 0.083 | 0.129 | 195.3 | 0.892 |
| 2320.0 | 2240.0 | 80.0 | 16915.0 | 0.32 | 0.083 | 0.094 | 235.0 | 0.352 |

Il moto all'interno del canale è stato descritto adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si è utilizzata la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso.

Per la verifica si è posto un coefficiente di scabrezza k_s pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

| PROGRESSIVA MONTE | PROGRESSIVA VALLE | BASE | ALTEZZA | PENDENZA | TIRANTE | A | R | X | Q | V | I _f | I | Gr | DH |
|-------------------|-------------------|-------|---------|----------|---------|-------------------|-------|--------|---------------------|-------|----------------|-------|-------|------|
| | | [m] | [m] | | [m] | [m ²] | [m] | | [m ³ /s] | [m/s] | | [m] | | [m] |
| 0.0 | 160.0 | 0.750 | 0.750 | 1.70% | 0.391 | 0.293 | 0.191 | 45.545 | 0.761 | 2.597 | 0.424 | 0.000 | 52.1% | 0.36 |
| 160.0 | 260.0 | 0.750 | 0.750 | 2.50% | 0.273 | 0.205 | 0.158 | 44.122 | 0.569 | 2.774 | 0.541 | 0.000 | 36.5% | 0.48 |
| 260.0 | 340.0 | 0.500 | 0.500 | 0.60% | 0.197 | 0.099 | 0.110 | 41.543 | 0.105 | 1.068 | 0.245 | 0.000 | 39.4% | 0.30 |
| 1320.0 | 1020.0 | 0.750 | 0.750 | 1.60% | 0.363 | 0.272 | 0.184 | 45.266 | 0.669 | 2.459 | 0.416 | 0.000 | 48.4% | 0.39 |
| 1500.0 | 1320.0 | 0.750 | 0.750 | 1.40% | 0.396 | 0.297 | 0.193 | 45.596 | 0.703 | 2.368 | 0.384 | 0.000 | 52.8% | 0.35 |
| 1600.0 | 1500.0 | 0.750 | 0.750 | 0.52% | 0.444 | 0.333 | 0.203 | 46.007 | 0.498 | 1.496 | 0.229 | 0.000 | 59.2% | 0.31 |
| 1740.0 | 1600.0 | 0.750 | 0.750 | 0.87% | 0.483 | 0.362 | 0.211 | 46.297 | 0.718 | 1.984 | 0.291 | 0.000 | 64.4% | 0.27 |
| 1860.0 | 1740.0 | 0.500 | 0.500 | 0.60% | 0.338 | 0.169 | 0.144 | 43.424 | 0.215 | 1.275 | 0.224 | 0.000 | 67.6% | 0.16 |
| 1960.0 | 1860.0 | 0.750 | 0.750 | 1.80% | 0.328 | 0.246 | 0.175 | 44.868 | 0.619 | 2.517 | 0.448 | 0.000 | 43.7% | 0.42 |
| 2240.0 | 1960.0 | 1.000 | 1.000 | 0.50% | 0.522 | 0.522 | 0.255 | 47.794 | 0.892 | 1.708 | 0.241 | 0.000 | 52.2% | 0.48 |
| 2320.0 | 2240.0 | 0.500 | 0.500 | 1.60% | 0.338 | 0.169 | 0.144 | 43.424 | 0.352 | 2.082 | 0.365 | 0.000 | 67.6% | 0.16 |

Come si evince dai risultati delle verifiche la canaletta risulta sempre verificata con un grado di riempimento sempre inferiore al 70%.

13 ESPROPRI

Il progetto è completo dell'individuazione delle aree necessarie alla realizzazione del tracciato inserendo l'infrastruttura nei relativi strumenti urbanistici.

Sono interessati dai lavori aree di soggetti privati, di proprietà di enti territoriali (Comuni e Provincia) e demaniali; l'interferenza con le strutture preesistente è estremamente limitata.

Per la maggior parte di essi è prevista l'occupazione definitiva, che riguarderà sia le aree necessarie alla realizzazione del corpo stradale e delle relative pertinenze che quelle da destinare alle opere di mitigazione ambientale.

Per tutti gli immobili sono state individuate le consistenze e i relativi parametri espropriativi per i quali si rimanda agli specifici elaborati.

14 LE INTERFERENZE

Nell'ambito del presente progetto sono stati censiti i sottoservizi presenti nell'area di intervento. In generale si riscontra la presenza di linee telefoniche, linee di bassa tensione, attraversamenti idraulici e linee di metanodotti.

Nello specifico analizzando i tratti interessati dal presente progetto si rileva nel tratto iniziale una maggiore concentrazione di interferenze. Lungo la pista ciclabile esistente infatti si sviluppa anche una linea telefonica. In

corrispondenza dell'ingresso della rotatoria e nella tratta finale dell'innesto sud è presente la linea di metanodotto. Nella parte centrale del tracciato si è rilevata la presenza di tombini idraulici utili alla trasparenza idraulica delle acque di monte. Nel tratto finale in corrispondenza dell'innesto nord invece è stata rilevata la presenza dell'unica linea aerea di bassa tensione trasversale al tracciato.

15 LA STIMA LAVORI E I COMPUTI METRICI

Il computo metrico dell'intervento in oggetto è stato redatto sulla base del prezzario di riferimento al momento dell'offerta (cui è poi applicato un ribasso dello 8,00% offerto dall'impresa in fase di gara): prezzario ANAS S.p.A. Edizione 2022 revisione Giugno 2022.

Come da prescrizioni normative vigenti le voci dell'Elenco Prezzi Unico non sono comprensive di oneri della sicurezza. Ai sensi di quanto previsto dall'art. 100 del D.L. 81/2008 e successive modifiche tali oneri sono computati separatamente.

Nelle opere compiute sono stati valutati i compensi per Spese Generali ed Utile d'Impresa, per tener conto dei maggiori oneri derivanti da una conduzione organizzata e tecnicamente qualificata del cantiere, nella misura del 13% per le Spese Generali e del 10% per l'Utile d'Impresa.

16 LA CANTIERISTICA

Le lavorazioni in esame sono state impostate su un arco temporale di **1050 (millecinquanta) giorni naturali e consecutivi (35 mesi), comprensivi di n.105 (centocinque) giorni di andamento stagionale sfavorevole.**

La stima dei tempi tiene conto dell'incidenza di giorni festivi e pre-festivi rispetto al totale di giorni naturali e consecutivi.