Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

REGIONE CAMPANIA

PIANO OPERATIVO INFRASTRUTTURE FSC 2014-2020
PROGETTO FINANZIATO CON LA DELIBERAZIONE CIPE N.54/2016

Accordo Quadro triennale per l'Affidamento di Servizi di Ingegneria ed Architettura:

Progetto di fattibilità tecnica ed economica e/o progettaz. Definitiva e/o esecutiva e/o attività di supporto per l'esecuzione nella Regione Campania di interventi sui sistemi di mobilità ex Delib. G.R. 104/2018 -109/2018 e ss.mm.ii

Lotto n. 2 - CUP B49J18002160001 - CIG 7518817412

CONTRATTO ATTUATIVO: COMUNE DI CASTELFRANCO IN MISCANO (BN)
TITOLO INTERVENTO: RIQUALIFICAZIONE DELLA VIABILITÀ COMUNALE: VIA SOTTO LE CUPE - LA ZAZZERA
CUP H77H17001490002
Responsabile del procedimento: Arch. Michele De Iura

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE A CURA DEL RTI:

MANDATARIA:

ING. D. BONADIES
Via Strada del colle, 1A
06132 Perugia (PG)
P.Iva 02776790541

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
Sezione A N° A829
DOTTORE INGEGNERE
DINO BONADIES
SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
SETTORE INDUSTRIALE
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

MANDANTI:

ING. N. SARACA
Via A. Gramsci,34
00197 Roma (RM)
P.Iva 00987261005

ING. D. ROMANO
Via Masone, 5
24121 Bergamo (BG)
P.Iva 02141540167

Responsabile delle integrazioni fra le diverse prestazioni specialistiche: **ING. D. BONADIES**

Elaborato:		data: GIUGNO 2026
R.02	**Relazione tecnica generale**	scala: N.A.

Codice Commessa: 19025

REV.	data	verificato	approvato
00	MAGGIO 2022		D. Bonadies
01	GIUGNO 2026		D. Bonadi

R.U.P. Arch. Paolo Freschi

Direttore dell'esecuzione del contratto: Ing. Umberto Pisapia

IL PRESENTE DOCUMENTO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO O COMUNICATO A TERZI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

Indice

1. Premessa 3
2. Normativa di riferimento 3
3. Descrizione generale dello stato di fatto 8
4. Interventi di progetto 13
4.1 Procedura di posa in opera pavimentazione stradale 14
4.1.1 Principali problematiche 14
4.1.2 Scelte progettuali 15
4.2 Segnaletica orizzontale 20
4.3 Segnaletica verticale 21
4.4 Barriere di sicurezza ed elementi di arredo della sede stradale 22
4.5 Opere di Regimentazione delle acque 25
5. Cantierizzazione 27

Figura 1 - Ortofoto con indicazione del tratto oggetto d'intervento 9
Figura 2 - Fogli di mappa con indicazione del tratto oggetto di intervento 9
Figura 3 - Sezione 21 SF 10
Figura 4 - Sezione 73 SF 11
Figura 5 - Sezione 110 SF 12
Figura 6 - Foto dello stato attuale del manto stradale in alcuni punti del tracciato 14
Figura 7 - Esempio di strato di usura con tappetino calcareo 18
Figura 8 – Sezione tipo della soluzione prevista per la pavimentazione stradale 20
Figura 9 - Supporti in CG10 21
Figura 10-Palina da neve 22
Figura 11 - Esempio di guardrail in legno per bordo laterale tipo N2 24
Figura 12 - Zanelle stradali prefabbricate 26

Figura 13 - Esempio di segnali temporanei di cantiere stradale 28

Relazione tecnica

1. Premessa

Con delibera di giunta n. 20 del 13/03/2017 è stato approvato il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dell'intervento "Lavori di Riqualificazione della viabilità comunale Via Sotto le Cupe -La Zazzera" per la partecipazione del Comune di Castelfranco in Miscano (BN) all'avviso pubblico "Manifestazione di interesse alla presentazione di progetti coerenti con i programmi di intervento sulla viabilità Regionale finanziati con le risorse FSC 2014-2020 di cui alla Delibera CIPE 54/2016".

Con decreto dirigenziale n. 129 del 29/03/2019 la Regione Campania ha approvato la graduatoria degli interventi non dotati di progettazione esecutiva e il Comune di Castelfranco in Miscano è stato inserito nell'All.A2 – Graduatoria dei Progetti non esecutivi finanziabili al Decreto 129/2019 avendo manifestato la volontà di adesione al fondo di progettazione programmato con DGR n.104/2018.

A seguito di istanza della Regione Campania, il Comune di Castelfranco in Miscano con nota prot. 1568 del 10/03/2021 ha trasmesso la Richiesta Preliminare di Servizi che dato avvio alla procedura prevista dall'accordo quadro, di cui lo scrivente RTP è aggiudicatario.

Il Progetto Definitivo è stato approvato con Delibera di Giunta Comunale n. 19 del 14/04/2022.

Il presente progetto propone di realizzare le opere di manutenzione al manto stradale dissestato, di mettere in sicurezza e rendere fruibile il percorso stradale, di regolamentare gli scoli e la regimazione delle acque, causa di localizzati dissesti stradali.

2. Normativa di riferimento

Per ciò che concerne la progettazione stradale si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 5/11/2001 riguardante le "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali" (modificato in seguito con i D.M. del 22 aprile 2004 e del 19 aprile 2006);
- D.Lgs 30 aprile 1992 n.285, G.U. n 114 del 18 maggio 1992 Nuovo Codice della Strada e successive modificazioni;

- D.P.R. 25 luglio 2017, n. 141. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- Ministero dei Lavori Pubblici "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione (G.U. n. 301 del 28 dicembre 2000);
- Decreto 10 luglio 2002, pubblicato sulla GU n. 226 del 26.09.2002. Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo;
- Ministero LL.PP. D.M. 31 marzo 1995, n. 1584 (G.U. n. 106 del 9 maggio 1995). Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali;
- Ministero LL.PP. D.M. 30 dicembre 1997 (G.U. n. 38 del 16 febbraio 98). Disciplinare inerente il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale;
- Ministero LL.PP. Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale. Direttiva 17 marzo 1998 (G.U. n.82 del 8 maggio 98). Pubblicità lungo le strade o in vista di esse - Art. 23 del D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni. Direttiva per il controllo della pubblicità abusiva;
- Ministero LL.PP. D.M. 11 luglio 2000. Decreto ministeriale di integrazione e di rettifica del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegati per la costruzione dei segnali stradali;

<u>Normativa nazionale</u>

- Legge 4 dicembre 1993, n. 493 Art. 11. Programmi di recupero urbano;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14 febbraio 1997 (G.U. n. 54 del 6/3/1997)
- Decreto Legislativo n° 96 del 30 marzo 1999 "Intervento sostitutivo del Governo per la ripartizione di funzioni amministrative tra regioni ed enti locali a norma dell'art. 4, comma 5, della legge 15 marzo 1997, n° 59, e successive modificazioni"
- Decreto legislativo n.50 del 18 aprile 2016 "Codice dei contratti pubblici" e s.m.i.;

- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008, "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e ss.mm.ii;
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato nella G.U. del 20.02.2018 n. 8;
- R.D. 523 del 25/07/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie" Pubblicato nella Gazz. Uff. 7 ottobre 1904;
- DIRETTIVA 2018/2002/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 11 dicembre 2018 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2012/27/UE, 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE;
- Decreto Legislativo n. 141 del 18 luglio 2016 "Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. (16G00153) (GU Serie Generale n.172 del 25-07-2016)"
- Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e successive modificazioni introdotte dal DLgs 17 febbraio 2017 n. 42;
- Legge 13 agosto 2010, n. 136 e s.m.i. "Piano straordinario contro le mafie, nonché delega al governo in materia di normativa antimafia" e s.m.i.;
- Decreto Legislativo n. 159 del 6 settembre 2011 - Codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione e s.m.i., nonché nuove disposizioni in materia di documentazione antimafia, a norma degli articoli 1 e 2 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e s.m.i.;
- Decreto Legislativo n.159/2011 – Codice antimafia;
- Decreto Legislativo n. 152 3 aprile 2006 e s. m. i. - Norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo n. 128 del giugno 2010 e s.m.i. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i., recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69 e s.m.i.;
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale e s.m.i.;

- Decreto 5 aprile 2006, n. 186 e s.m.i.: Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22» e s.m.i.;
- D.M. 10 agosto 2012, n. 161 - Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo;
- Gli elaborati del progetto definitivo/esecutivo sono quelli previsti dagli articoli da 24 a 43 del D.P.R. n. 207/2010.

Normativa regionale

- Legge Regionale n. 3 del 27 febbraio 2007. "Disciplina dei lavori pubblici, dei servizi e delle forniture in Campania";
- Regolamento n. 9/2018 di attuazione della Legge Regione Campania sui Lavori Pubblici, pubblicato sul Bollettino Ufficiale Regione Campania n. 79 del 30 ottobre 2018;
- Legge Regionale N.13 del 13 ottobre 2008. "PIANO TERRITORIALE REGIONALE" con successiva rettifica del testo di Legge.

Normative UNI per la segnaletica stradale

SEGNALETICA ORIZZONTALE

- UNI EN 1790:2013 – Materiali per segnaletica orizzontale – Materiali preformati;
- UNI EN 1423:2012 + EC 1:2013 – Materiali per segnaletica orizzontale – Materiali da postspruzzare – Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele;
- UNI EN 1424:2004 – Materiali per segnaletica orizzontale – Microsfere di vetro da premiscelare;
- UNI EN 12802:2011 – Materiali per segnaletica orizzontale – Metodi di laboratorio per l'identificazione;
- UNI EN 13459:2011 – Materiali per segnaletica orizzontale – Campionamento da prodotti immagazzinati e prove;
- UNI EN 13212:2011 – Materiali per segnaletica orizzontale – Requisiti per il controllo della produzione in fabbrica;

- UNI EN 13197:2014 – Materiali per segnaletica orizzontale – Simulatori di usura a tavola rotante;
- UNI EN 1436:2018 – Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada e metodi di prova;
- UNI EN 1824:2021 – Materiali per segnaletica orizzontale – Prove su strada;
- UNI EN 1463-1:2022 – Materiali per segnaletica orizzontale – Inserti stradali catarifrangenti – Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 1463-2:2021 – Materiali per segnaletica orizzontale – Inserti stradali catarifrangenti – Parte 2: Specifiche delle prestazioni delle prove su strada.

SEGNALETICA VERTICALE

- UNI 11122:2019 – Materiali per segnaletica verticale – Caratteristiche prestazionali dei materiali per segnaletica verticale con tecnologia a microprismi;
- UNI EN 12899-1:2008 – Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 1: Segnali permanenti;
- UNI EN 12899-3:2008 – Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti;
- UNI EN 13422:2019 – Segnaletica stradale verticale – Dispositivi di avvertimento portatili deformabili per il traffico – Coni e cilindri.
- UNI EN 12899-2:2008 – Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati (TTB);
- UNI EN 12899-4:2008 – Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica;
- UNI EN 12899-5:2008 – Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 5: Prove iniziali di tipo.

3. Descrizione generale dello stato di fatto

Il tratto di rete stradale oggetto dei lavori è ubicato nel comune di Castelfranco in Miscano *(cfr. Figura 1).*

In generale lungo l'asse oggetto di intervento, il deterioramento della sede stradale è dovuto principalmente: all'azione combinata degli agenti atmosferici e dei carichi pesanti transitanti per effetto della presenza di aziende agricole nei pressi della strada di intervento, oltre alle condizioni al contorno, quali, fra tutte, la scorretta regimentazione delle acque meteoriche.

Allo stato attuale dei luoghi emerge:

- Mancanza di adeguata pendenza della superficie stradale in alcuni tratti, con conseguente accumulo di acqua piovana;
- Mancanza di manutenzione adeguata alle opere di intercettazione e raccolta delle acque meteoriche con necessità di pulitura dalla vegetazione e dai rifiuti presenti;
- Limitati elementi di contenimento a bordo strada: risulta necessaria la sostituzione delle barriere di contenimento a bordo strada;
- Limitata protezione dell'asse stradale dalle acque di versante.
- Un parte del tracciato è priva di pavimentazione stradale superficiale (mancano gli strati di binder e usura in asfalto);
- E' in corso di intervento la realizzazione di un'opera di sostegno per una frana occorsa al 0, 65 km.

Per il ripristino ed il miglioramento della sicurezza della sede stradale: saranno sostituiti, laddove deteriorati o non a norma, ovvero installati, laddove mancanti e necessari, i guardrail e tutte le necessarie opere accessorie (ad es. griglie, zanelle, ecc.), chiaramente individuabili nelle relative tavole grafiche a corredo del presente Progetto Esecutivo.



Figura 1 - Ortofoto con indicazione del tratto oggetto d'intervento

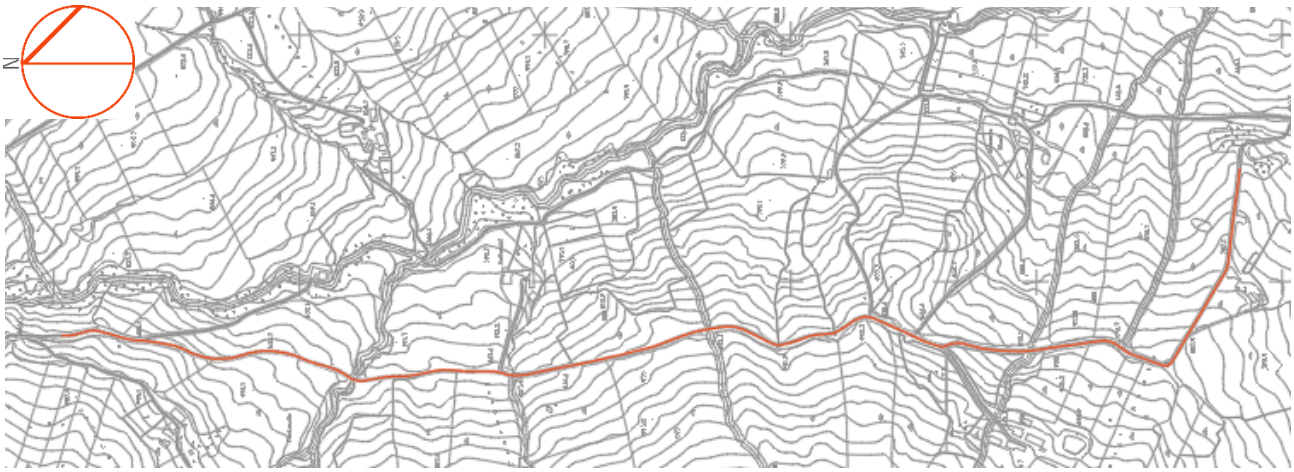


Figura 2 - Fogli di mappa con indicazione del tratto oggetto di intervento

Di seguito si riportano alcune sezioni tipo rappresentative dello stato di fatto, dalle quali risulta evidente che la strada interpoderale oggetto di intervento non rientra in nessuna delle caratteristiche geometriche minime rappresentate nel DM 05/11/2001. Gli interventi previsti, tra l'altro, non sono finalizzati ad un miglioramento in termini di caratteristiche geometrico/funzionali ma solamente ad una manutenzione dell'infrastruttura presente e ad un miglioramento dal punto di vista della durabilità, considerati i flussi di mezzi pesanti destinati alle aziende agricole presenti nelle aree oggetto di intervento.

Sezione 21:

- Larghezza della corsia: 4,00m;
- Carreggiata stradale: 4,00m;
- Spessore strato di usura: 7cm;
- Spessore misto granulare: 30cm;
- Zanella presente sul lato dx;

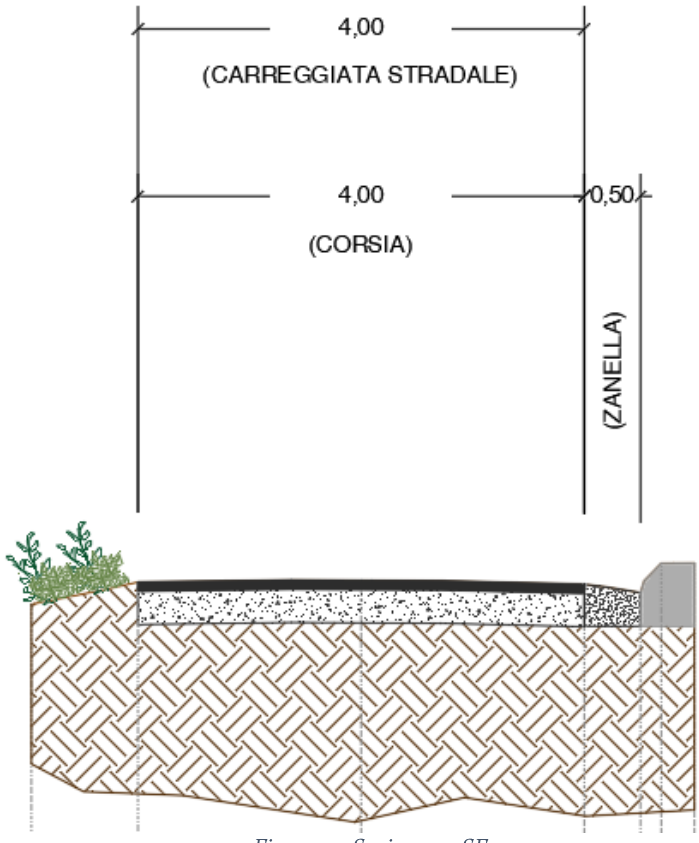


Figura 3 - Sezione 21 SF

Sezione 73:

- Larghezza corsia: 4,25m;
- Carreggiata stradale: 4,25m;
- Spessore strato di usura: assente;
- Spessore misto granulare: non rilevato;
- Zanella presente sul lato dx.

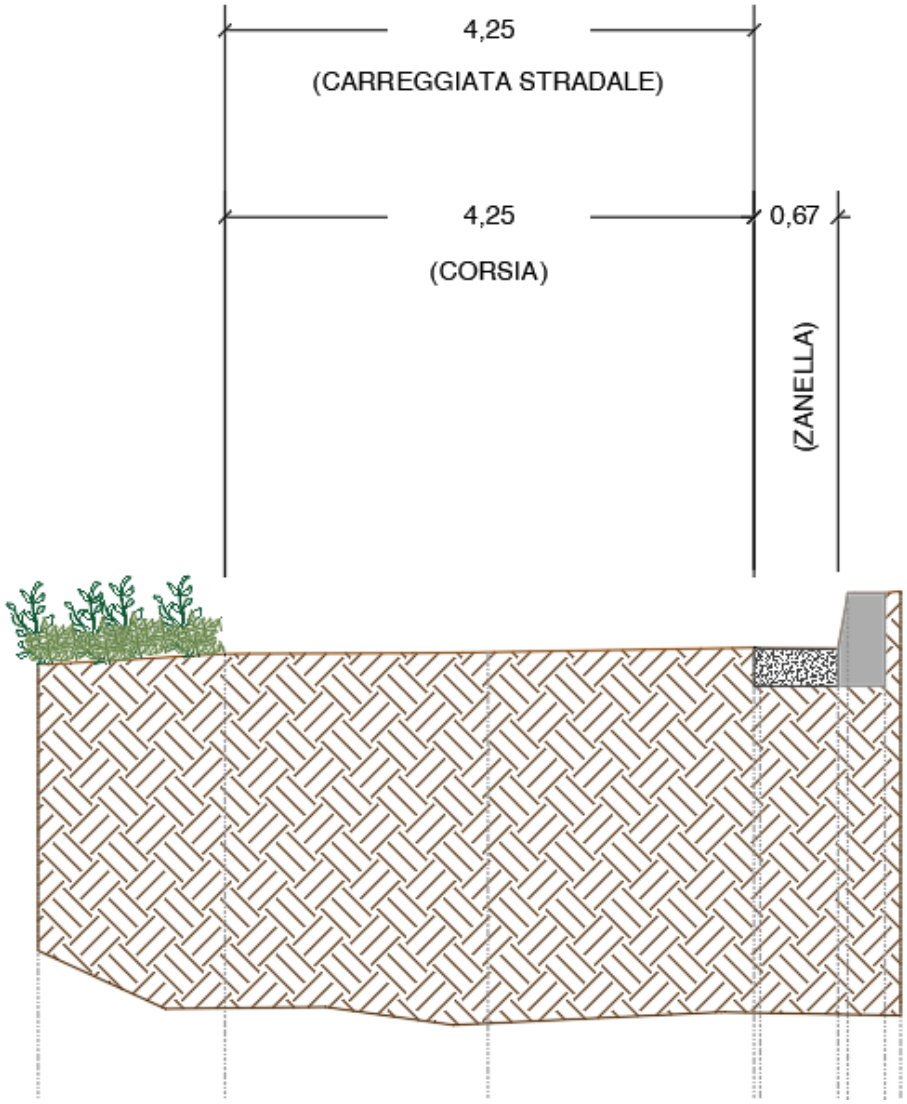


Figura 4 - Sezione 73 SF

Sezione 93:

- Larghezza corsia: 3,70m;
- Carreggiata stradale: 3,7m;
- Spessore strato di usura: assente;
- Spessore misto granulare: non rilevato;
- Zanella non presente;

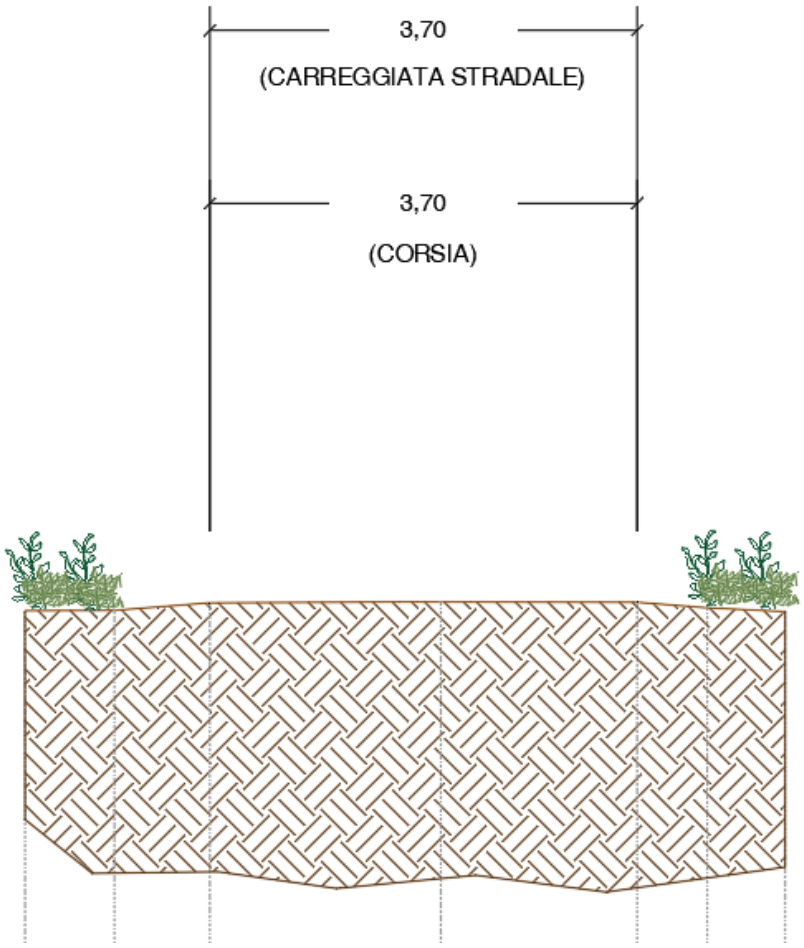


Figura 5 - Sezione 110 SF

L'area oggetto di intervento ricade in un territorio limitatamente vincolato.

Il tratto stradale rientra nella fascia di rispetto fluviale in corrispondenza del torrente Fortore, più precisamente insiste nella **fascia di vincolo paesaggistico di 150 metri del "vallone Mare dei Grilli"**, ai sensi dell'art.142, punto c (Codice bb.cc.).

L'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno, nell'ambito della zonizzazione che è parte integrante del Piano straordinario per la rimozione di situazioni a rischio idrogeologico molto

elevato – Rischio di Frana, predisposto in base a quanto previsto dall'art. 1-bis del D.L. 180/98, coordinato con la legge di conversione n. 267/98 e dalla Legge n. 226/99, ha perimetrato il territorio nel modo seguente: il tratto iniziale ricade nell' area a rischio molto elevato (C2) – aree di possibile ampiamento dei fenomeni franosi; altro tratto ricadente invece nell'area di media attenzione (A2) – area non urbanizzata ricadente all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media, nell'area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografici all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco e nell'area di Rischio medio A4 –aree non urbanizzate, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana e massima intensità attesa alta.

A fronte della situazione individuata e mappata dalla Carta del Rischio del Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico del comune interessato dall'intervento, con apposito studio geologico risulta possibile l'azioni progettuale pianificato.

Considerando le condizioni di stabilità morfologica attuale dell'intero versante e le tipologie di dissesto delle aree esaminate, appare evidente che per restituire e garantire la stabilità nei tratti di strada oggetto di intervento, è necessario intervenire con opere che favoriscano il drenaggio efficace delle acque superficiale.

4. Interventi di progetto

Per il ripristino della piena funzionalità del tratto oggetto di intervento si interverrà con i seguenti interventi:

- Fresatura e asportazione di pavimentazione bituminosa esistente;
- Sistemazione delle cunette/zanelle laterali;
- Realizzazione opere di smaltimento delle acque;
- Stesa di conglomerato bituminoso tipo binder;
- Stesa di conglomerato bituminoso tipo usura;
- Ricarica delle massicciata stradale ove necessario;
- Rinforzo delle pavimentazioni con geogriglie;
- Segnaletica stradale orizzontale e verticale;
- Posa in opera di guardrail in legno e acciaio Corten;

4.1 Procedura di posa in opera pavimentazione stradale

4.1.1 Principali problematiche

Le pavimentazioni stradali si logorano per diverse ragioni; le due cause più importanti sono rappresentate dai fattori ambientali e dal carico del traffico. Quest'ultimo, nonostante la strada non sia ad elevata percorrenza di grande traffico, ha una percentuale molto alta di mezzi pesanti; tale condizioni verrà considerata nella progettazione della nuova sovrastruttura stradale.



Figura 6 - Foto dello stato attuale del manto stradale in alcuni punti del tracciato

I raggi ultravioletti del sole provocano, in modo continuo, un lento indurimento del bitume; questo a sua volta provoca una riduzione dell'elasticità con la formazione di fessure nel momento in cui il manto si contrae in seguito al raffreddamento. Una volta che il manto ha perso la propria capacità strutturale a causa delle suddette fessure, la pavimentazione tende a deteriorarsi sempre più rapidamente per effetto della penetrazione dell'acqua. Nei casi in cui la temperatura scende sotto i 4°C, l'eventuale acqua presente nella pavimentazione, si espande creando pressioni idrauliche, persino in assenza dei carichi delle ruote. La deformazione causata da ripetuti cicli gelo/disgelo rappresenta l'aspetto più grave per una pavimentazione caratterizzata da fessure; ne consegue il disfacimento. Generalmente gli interventi di manutenzione del manto stradale consistono nell'evitare la penetrazione dell'acqua all'interno della struttura della strada. Tali

provvedimenti superficiali sono efficaci laddove le principali problematiche afferiscono ad un deterioramento legato principalmente all'azione degli agenti atmosferici.

Gli effetti del carico impartito dal traffico causano lo sviluppo di solchi e d'incrinature all'interno della struttura della pavimentazione. Ogni veicolo in transito provoca una lieve deformazione temporanea alla struttura della pavimentazione. Una volta che l'incrinatura s'insinua attraverso il manto protettivo, l'acqua penetra nella struttura sottostante della pavimentazione. L'effetto d'ammorbidimento dell'acqua comporta una riduzione della resistenza, che a sua volta causa un aumento del grado di deterioramento. Inoltre, l'acqua trasmette prevalentemente carichi ruota verticali sotto forma di pressioni che erodono rapidamente la struttura del materiale granulare e provocano la separazione del bitume dall'aggregato d'asfalto. In queste condizioni le frazioni fini del materiale della pavimentazione sono espulse verso l'altro attraverso le incrinature, con il conseguente sviluppo di vuoti d'ampie dimensioni all'interno della pavimentazione.

4.1.2 Scelte progettuali

Nel caso specifico si è ritenuto efficace un intervento siffatto:

- Fresatura dello strato incrinato dell'asfalto e sostituzione dello stesso. Il processo è relativamente rapido grazie alle elevate capacità produttive delle moderne frese;
- Posizionamento, su intero tratto oggetto di pavimentazione, di geogriglia di stabilizzazione tra fondazione e lo strato di binder;
- Utilizzo, come strato di binder ad alto modulo;
- Utilizzo, come strato di usura superficiale, di asfalto Splittmastix Asphalt.

Geogriglia

Nelle zone in cui il manto si presenta particolarmente ammalorato, verrà posta in opera una Geogriglia per la stabilizzazione del sottofondo. Tale soluzione tecnica, prodotta a partire da una lamina di polipropilene estrusa che viene poi perforata ed orientata in tre direzioni, con aperture triangolari equilatere, permette di soddisfare completamente la richiesta rispetto al numero di passaggi durante la vita utile del tratto (Vita utile = 50 anni), incrementandola più del doppio.

La geogriglia non sarà sensibile all' idrolisi, dovrà essere resistente a tutte le soluzioni saline, agli acidi ed agli alcali, non essendo biodegradabile. La geogriglia di rinforzo dovrà contenere un

minimo del 2% di carbon black, determinato attraverso la BS 2782: Part 4: Method 452B:1993, uniformemente distribuito nella matrice del polimero per inibire l'attacco dei raggi ultravioletti.

Grazie alla sue caratteristiche fisiche-meccaniche e chimiche, la geogriglia svolge la funzione di rinforzo delle pavimentazioni bituminose garantendo un elevato modulo elastico con ottime capacità di adesione al conglomerato bituminoso.

La fibra di poliestere ad alta tenacità (PET) è una delle fibre polimeriche che riesce meglio a coniugare elevati valori di resistenza con bassi valori di deformazione (CREEP). Il modulo elastico del prodotto è sufficientemente elevato da consentire l'offerta alla struttura stradale di una buona resistenza già alle basse deformazioni. Allo stesso tempo esso è sufficientemente basso da consentire un minimo di deformazione senza che il prodotto giunga a rottura o tenda a sfilarsi.

L'inserimento di una geogriglia nella pavimentazione previene i seguenti fenomeni di fessurazione dell'asfalto come ad esempio: reflective cracking, rotture da traffico, rotture termiche, rotture superficiali, ecc. La superficie dello strato di base dovrà essere pulita ed eventuali dossi o cunette spianati con il medesimo materiale che costituisce lo strato di base. Sul supporto andrà stesa una mano di emulsione bituminosa (1,0-1,2 Kg/mq); la densità e la quantità dell'emulsione può variare in funzione delle caratteristiche del supporto. Il prodotto dovrà essere posato sull'emulsione fresca srotolando la bobina nella direzione longitudinale della strada. Di norma non è necessario applicare picchetti, tasselli né altri dispositivi di fissaggio sulla geogriglia. In corrispondenza di curve è possibile tagliare degli spezzoni di geogriglia più piccoli e orientarli secondo necessità, dal momento che il prodotto è isotropo e perciò offre la stessa resistenza sia nella direzione longitudinale che in quella trasversale. Dopo la rottura dell'emulsione (l'acqua si separa dal bitume e inizia il fenomeno di presa) è possibile passare con la finitrice direttamente sopra la geogriglia per la stesa del nuovo binder. Durante gli interventi di manutenzione del solo tappetino di usura, non è necessaria alcuna precauzione poiché la scarifica ha uno spessore tale da non danneggiare il prodotto. Durante gli interventi di manutenzione anche dello strato di collegamento (binder), la geogriglia verrà rimossa completamente e potrà essere sostituita.



Pavimentazione stradale

La pavimentazione stradale è costituita da tre componenti principali: il manto o strato di usura, la struttura o strato di collegamento e il sottofondo, ognuno di essi con uno scopo ben preciso.

Per il progetto verranno impiegati due tipi di strati di usura:

- nel primo tratto, dalla sezione 21 fino alla sezione 35, verrà impiegato uno stato di usura innovativo ed ecologico, tipo "strade bianche";

- nel secondo tratto, dalla sezione 35 fino alla sezione 111, verrà impiegato uno strato di usura multifunzionale splittmastix SMA. Tale conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie di frantumazione e additivo minerale (filler), impastati a caldo, in impianto, con bitume modificato.

Lo strato di usura avrà spessore pari a 3 cm per tutta la lunghezza del tracciato stradale.

Lo **strato di usura** del primo tratto verrà realizzato con un innovativo legante trasparente poliolefinico per conglomerati, ideale nel realizzare tappeti di usura di pavimentazioni stradali (ad esempio riqualificazione zone rurali) dai colori naturali e a basso impatto visivo. Tale tipologia di legante oltre a valorizzare il paesaggio, è un prodotto ecologico che contribuisce a ridurre le isole di calore.



L'usura multifunzionale (splittmastix SMA), utilizzata nel secondo tratto, è un particolare tipo di usura che, grazie alla qualità particolarmente elevata nella scelta degli aggregati e del bitume, alle caratteristiche granulometriche con curva discontinua ed alto contenuto di graniglie e pietrischetti, consente di conseguire prestazioni superiori in termini di durabilità, stabilità e sicurezza. Lo SMA (Splittmastix Asphalt o Stone Mastic Asphalt) è un conglomerato bituminoso sviluppato in Germania negli anni '60 per essere impiegato su strade molto trafficate come pavimentazione resistente alle sollecitazioni generate dalle gomme chiodate. Grazie alle sue eccellenti caratteristiche prestazionali, le autorità stradali tedesche e le principali nazioni europee hanno adottato rapidamente lo SMA come strato di usura. Tecnicamente, con SMA si indica un

conglomerato bituminoso chiuso (2 ÷ 4% di vuoti), completamente impermeabile verso gli strati sottostanti. La componente litica è rappresentata da un misto granulare frantumato costituito da una miscela di aggregato grosso, aggregato fine e filler. La curva granulometrica discontinua evidenzia inoltre una forte presenza della frazione grossolana a discapito dell'aggregato fino. Il legante è invece costituito da bitume semisolido per uso stradale, generalmente modificato (PMB - Polymer Modified Bitumen), caratterizzato da un'elevata viscosità. Lo SMA è prodotto a caldo e le consistenti quantità di bitume (6,5 ÷ 7,5%) e filler utilizzate determinano la formazione di spesse pellicole che conferiscono al conglomerato bituminoso durabilità, resistenza alle azioni climatiche, aumento della lavorabilità e compattabilità.

Gli SMA sono conglomerati chiusi che, per l'accurata scelta dei componenti minerali, del legante e per le specifiche formulazioni, forniscono rugosità superficiale elevata, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento superficiale, attenuazione dell'aquaplaning, parziale fonoassorbenza.

Gli strati di usura realizzati con questa particolare miscela raggiungono le seguenti finalità:

- Notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- Minore rumorosità;
- Accentuazione della prestazione di aderenza del piano viabile, anche con superficie bagnata;
- Minore invecchiamento del legante grazie al bassissimo tenore di vuoti delle miscele.

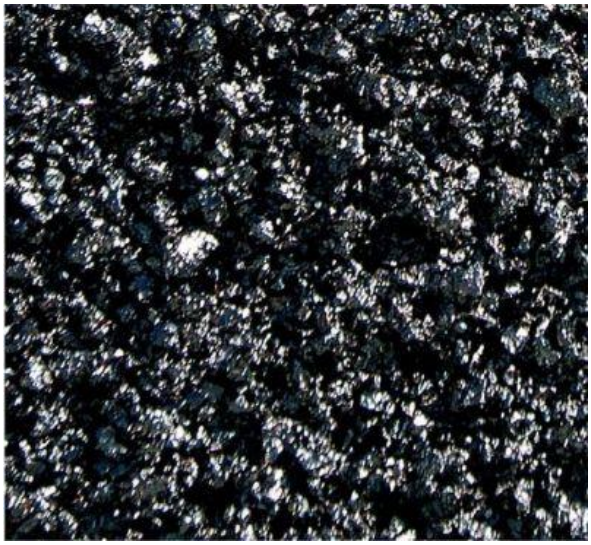


Figura 7 - Esempio di strato di usura con tappetino calcareo

Il **binder** ad alto modulo complesso è un conglomerato bituminoso chiuso costituito da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori. Lo strato di collegamento avrà spessore pari a 4 cm per tutta la lunghezza del tracciato stradale.

La **fondazione** costituisce la parte inferiore del pacchetto stradale, a contatto con il terreno di sottofondo. Ha la funzione, oltre di regolarizzare almeno parzialmente la sovrastruttura, di trasmettere ulteriormente i carichi verticali ripartendoli sullo strato sottostante. Può essere realizzata con misto granulare o con materiali di recupero adeguatamente certificati per il reimpiego e rispondenti alle norme (fresato in conglomerato bituminoso o proveniente dalla demolizione di vecchie fondazioni stradali, materiali provenienti da scavi). In questo secondo caso, qualora necessario, è possibile prevedere l'integrazione con aggregati naturali.

In funzione delle caratteristiche del materiale, analogamente a quanto già introdotto per il sottofondo, può essere previsto un eventuale trattamento di stabilizzazione con calce e/o cemento per migliorare la qualità delle prestazioni dello strato.

A prescindere dalla tipologia di materiale costituente, all'atto della posa in opera occorre considerare alcune particolari precauzioni per la buona resa dello strato:

- Verificare l'uniformità del materiale una volta miscelato;
- Stendere spessori finiti non superiori a 30 cm e non inferiori a tre volte il diametro massimo degli aggregati;
- Successivamente alla posa del materiale, prevedere la rullatura al fine di ottenere una superficie finita perfettamente piana e regolare;
- Evitare di correggere eventuali irregolarità del piano superiore dello strato con il riporto e la successiva rullatura di ulteriori quantità di materiale (si provocherebbe la formazione di due strati separati e disomogenei). Per correggere eventuali difetti di quota occorre de-costipare la parte "difettosa", aggiungere misto granulare di integrazione e procedere nuovamente alla compattazione.

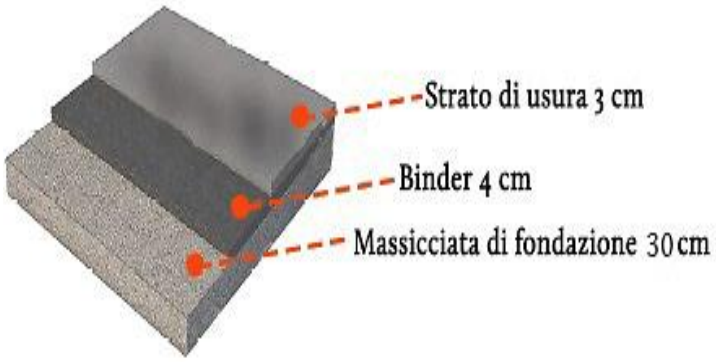


Figura 8 – Sezione tipo della soluzione prevista per la pavimentazione stradale

4.2 Segnaletica orizzontale

Come sancito dall' art. 137 - Disposizioni generali sui segnali orizzontali (art. 40 C.s.), comma 7 "i segnali orizzontali devono essere mantenuti sempre efficienti: in caso di rifacimento della pavimentazione stradale, devono essere ripristinati nei tempi tecnici strettamente necessari. La mancanza dei segnali orizzontali, in caso di riapertura al traffico deve essere opportunamente segnalata con il prescritto segnale verticale".

Le caratteristiche della segnaletica orizzontale stabilite dalla EN 1436, devono essere garantite nel tempo. Per questo i vari enti che gestiscono le strade devono prevedere controlli periodici per valutare attentamente le condizioni dei segnali.

La segnaletica stradale orizzontale è fondamentale per garantire l'incolumità degli automobilisti alla guida e per prevenire incidenti stradali. Le vernici per segnaletica stradale devono, proprio per questo motivo, essere di buona qualità, collaudate al fine di garantire il risultato per il quale vengono prodotte.

Lunga l'intera lunghezza del tratto verrà ridisegnata la segnaletica orizzontale. Nella fattispecie verrà utilizzata una vernice per segnaletica orizzontale a base di resina acrilica non ingiallente. Essa possiede un'eccezionale adesione su superfici bituminose, un'ottima resistenza all'abrasione, agli olii e ai sali antigelo.

Le caratteristiche dei prodotti per segnaletica orizzontale comprendono innanzitutto una buona visibilità affinché la segnaletica stessa possa avere una buona luminosità data dal contrasto sull'asfalto. Le proprietà rifrangenti aumentano e garantiscono poi la visibilità della segnaletica orizzontale nelle ore notturne o in casi di scarsa visibilità come giornate nebbiose e piovose del

periodo invernale. Un'altra caratteristica importante dei prodotti per segnaletica stradale sono le proprietà antiscivolo, in modo da ridurre la possibilità di slittamento dei veicoli.

4.3 Segnaletica verticale

Sarà adottata la nuova segnaletica con supporti innovativi in composito "CG10" di cui alla norma EN 12899-1. "CG10 è il nome di un materiale composito (SMC) che occupa un posto di preminente importanza fra i tipi a basso contenuto di lega e ad elevata resistenza meccanica.

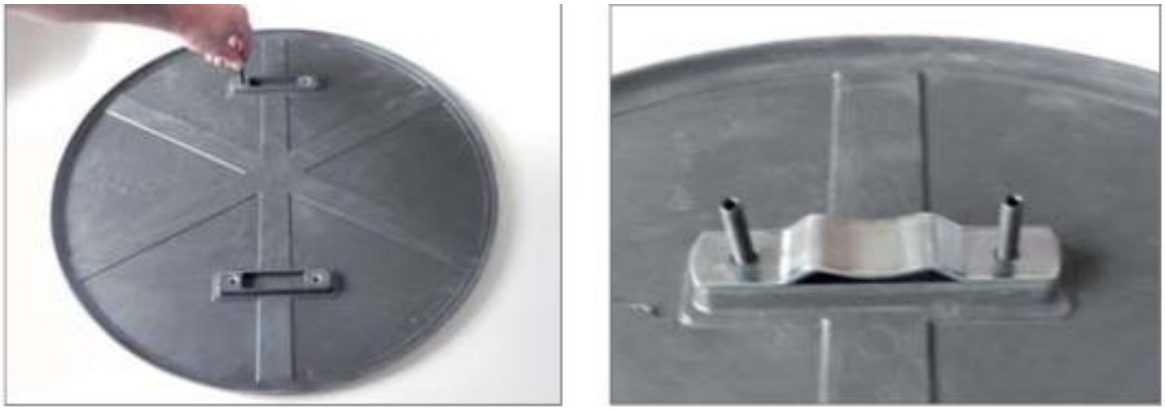


Figura 9 - Supporti in CG10

La fibra di "CG10" è una struttura filiforme, molto sottile, realizzata come il carbonio con la quale si costruisce una grande varietà di materiali detti compositi in quanto le fibre sono "composte" ovvero unite assieme ad una matrice, in genere di resina (ma può essere in metallo o in plastica) la cui funzione è quella di tenere in "posa" le fibre resistenti (affinché mantengano la corretta orientazione nell'assorbire gli sforzi), di proteggere le fibre ed inoltre di mantenere la forma del manufatto composito. Per la realizzazione di strutture in composito le fibre di "CG10" vengono dapprima intrecciate insieme a organizzare veri e propri panni in tessuto e poi, una volta messi in posa, vengono immerse nella matrice. Tra le sue caratteristiche spiccano l'elevata resistenza meccanica, la bassa densità, la capacità di isolamento termico, resistenza a variazioni di temperatura e all'effetto di agenti chimici, elevata riluttanza alla corrosione, nebbia salina e ruggine.

L'elevata resistenza meccanica e la resistenza alla corrosione "SP2", nebbia, salina e ruggine, garantiscono:

- Resistenza alle basse e alle alte temperature;
- Estrema leggerezza e maneggevolezza;

- Assenza di qualsiasi manutenzione;
- Riutilizzabili (con applicazione di nuove pellicole);
- Riciclabili come materiale inerte;
- Indeformabilità e resistenza ad atti vandalici;
- Costo minore a parità di durata in servizio rispetto agli acciai comuni;

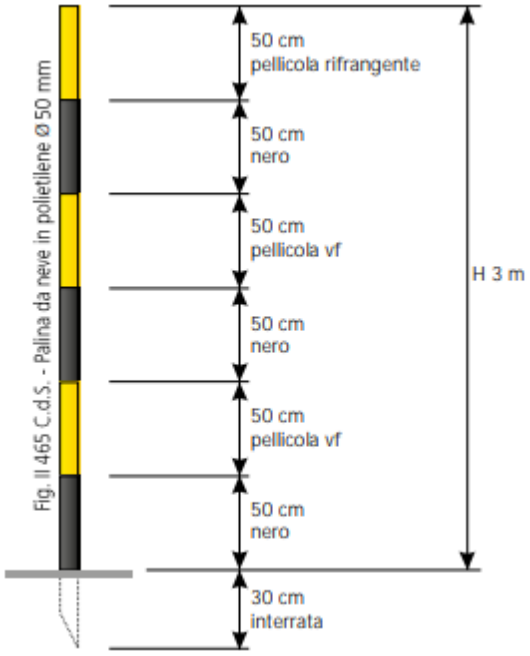


Figura 10-Palina da neve

Saranno installate lungo il percorso n° 46 paline da neve realizzate in polietilene di colore nero (con applicata pellicola gialla vf e rifrangente come prescritto dal Codice della Strada). La palina ha un'altezza totale di 3,3 m esclusa il puntale inferiore. Nella parte superiore la palina è dotata di un tappo in pvc applicato a pressione. La palina dovrà essere inserita nel terreno in modo tale che la prima fascia di colore nero da terra sia alta 50 cm e che l'altezza totale della palina sia 3 metri.

4.4 Barriere di sicurezza ed elementi di arredo della sede stradale

L'incremento della sicurezza delle infrastrutture stradali può essere ottenuto operando simultaneamente sui fattori che incidono sulla sicurezza attiva della strada e su quella passiva. La sicurezza attiva è influenzata da tutti quei provvedimenti che mirano ad aumentare la probabilità che non si verifichino incidenti stradali (tracciati coerenti, ben leggibili, adeguate visuali libere per l'arresto, adeguatezza della segnaletica stradale, buona aderenza offerta dalla pavimentazione, illuminazione notturna, etc.). I presidi utilizzati per garantire adeguati livelli di sicurezza passiva dell'infrastruttura, in genere, invece, non mirano alla riduzione del numero di incidenti stradali ma vengono posti in opera con l'intento di mitigare i danni, alle persone ed alle cose, derivanti dal verificarsi di un incidente. Tra i dispositivi di sicurezza passiva, un ruolo di eminente importanza è rivestito dai dispositivi di ritenuta che, come indicato dalla Normativa Italiana, sono

posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. Tali caratteristiche funzionali presuppongono che i dispositivi di ritenuta devono essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in moto prima dell'impatto e, contemporanea-mente, limitare gli effetti nocivi, derivanti dell'urto, sui passeggeri.

Lungo lo sviluppo del tracciato di progetto, sono state individuate delle zone da proteggere per garantire la sicurezza stradale degli utenti e le corrispondenti tipologie di barriera, così come riportato nella normativa.

Per un'esaustiva visione di tutti i guardrail installati, si rimanda alle tavole di progetto.

Lungo tutta l'estensione del tratto stradale si è optato per l'installazione di barriere in legno lamellare e acciaio per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (tipo Corten). Per le barriere di bordo laterale si è optato per la seguente tipologia:

- Altezza del bordo superiore dal piano viabile: 650mm;
- Ingombro laterale massimo: 327-356mm;
- Profondità di infissione dei montanti al suolo: 900mm;
- Interasse dei montanti: 3000mm.

La struttura della barriera è costituita da:

- Montanti realizzati con profilati di tipo "C" in acciaio rivestiti da due gusci di legno;
- Fascia orizzontale realizzata con n.1 trave in legno lamellare di conifera piallato, a spigoli smussati;
- Distanziatore realizzato a Ω in acciaio, che collega la fascia orizzontale al montante, contribuendo alla continuità strutturale;
- Terminali curvi, dritti o inclinati, per completare la barriera all'inizio e alla fine di ogni tratto.

La bulloneria utilizzata sarà in acciaio zincato ad alta resistenza. Il legno utilizzato avrà preventivamente subìto un trattamento d'impregnazione a pressione in autoclave mediante

sostanze preservanti, al seguito del quale il materiale risulterà protetto, sia in superficie che in profondità, dall'azione degenerativa degli agenti atmosferici e dall'attacco da parte di agenti biologici cui è sottoposta una barriera in ambiente esterno. Tale scelta è stata dettata dal fatto che il loro utilizzo risulta particolarmente indicato quando la necessità di predisporre una adeguata protezione per gli utenti della strada deve sposarsi con il rispetto dei beni artistici, storici e paesaggistici del contesto.



Figura 11 - Esempio di guardrail in legno per bordo laterale tipo N2

La scelta dei dispositivi di sicurezza è stata eseguita, secondo quanto prescritto dal D.M. 21 giugno 2004, tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada e di quelle del traffico che la interesserà. Le prescrizioni del sopracitato decreto sono riassunte nella seguente tabella:

STRADA	TIPO DI TRAFFICO	BARRIERE SPARTITRAFFICO	BARRIERE BORDO LATERALE	BARRIERE BORDO PONTE
Autostrada (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
	I	N2	N1	H2
	II	**H1**	**N2**	**H2**

Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	III	H1	H1	H2

Il tipo di traffico viene determinato sulla base dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono secondo lo schema seguente:

TIPO DI TRAFFICO	TGM	% VEICOLI CON MASSA >3,5t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	$5 < n \leq 15$
III	>1000	>15

Per il TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi. Sulla base delle ipotesi svolte, riguardanti le caratteristiche del traffico, si desume che la nuova infrastruttura ricade nel Tipo di Traffico II; trattandosi dunque di strada urbana secondaria si ricava che la protezione minima da applicare in questo caso prevede l'installazione della barriera **N2** per quanto riguarda il bordo laterale.

4.5 Opere di Regimentazione delle acque

Le opere di drenaggio superficiali sono interventi eseguiti per la regimazione ed il drenaggio delle acque superficiali e per la sistemazione del versante. Hanno l'obiettivo di captare e allontanare le acque superficiali, non solo quelle provenienti dalle precipitazioni o dalle emergenze idriche, ma anche quelle stagnanti entro eventuali depressioni.

I sistemi di drenaggio superficiali hanno un impatto ambientale abbastanza contenuto, assolvendo bene il compito di garantire la necessaria efficacia tecnico-funzionale dell'intervento con la necessità del recupero e del ripristino naturale dell'area degradata. Con la loro azione stabilizzante queste opere favoriscono l'attecchimento e la crescita della vegetazione ed il ripristino degli ecosistemi danneggiati.

Nella fattispecie per la regimentazione delle acque meteoriche, saranno messe in opera delle zanelle stradali prefabbricate di dimensione in pianta di 0,50 m x 0,50 m x 0,26 m.

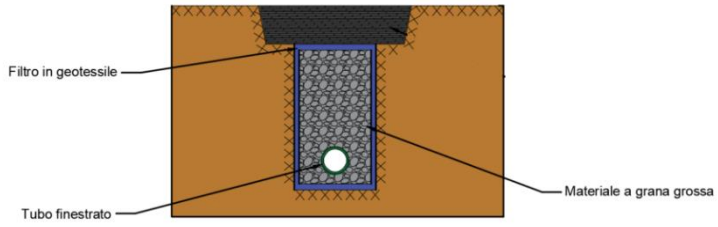


Figura 12 - Zanelle stradali prefabbricate

È prevista, altresì, la pulitura delle zanelle esistenti, per permettere un corretto deflusso delle acque raccolte nei tratti in cui tale opera di captazione è già presente.

Inoltre saranno puliti e ripristinati i tombini di attraversamento della sede stradale, attualmente occlusi, che si susseguono su intero tracciato a distanza media di 200 m uno dall'altro; ogni tombino ha una lunghezza di circa 6 m.

Infine saranno realizzate **2** **trincee drenanti**, aventi la funzione di emungere o smaltire acqua dai/nei terreni circostanti. Le trincee drenanti, riducendo le pressioni interstiziali, consentono la stabilizzazione di un pendio. Per tale motivo sono in genere utilizzate per stabilizzare frane superficiali di carattere traslativo, assai frequenti in pendii poco acclivi in terreni coesivi. Tradizionalmente le trincee drenanti sono scavi in trincea, in genere a sezione rettangolare, riempiti con materiali inerti naturali (ghiaia o spezzato di cava) ad elevata permeabilità. L'acqua può essere trasportata lungo la trincea sia attraverso il materiale di riempimento o in tempi più moderni utilizzando una tubazione drenante collocata alla base della trincea. Alla base delle trincee saranno di fatto posizionati tubi fessurati. Si tratta di tubi in PVC sui quali vengono effettuati dei tagli per sfruttare al massimo la capacità di captazione.





Trincea drenante	Sezioni interessate	Progressive
1	47-48	1.150-1.175
2	68-69	1.675-1.700

5. Cantierizzazione

In tutti i casi in cui si renda necessaria l'occupazione temporanea della totalità o di una parte della sede stradale, dovrà essere prevista una idonea segnaletica, a norma degli artt.30 e 31 del Reg.Att. Nel caso di occupazioni temporanee dovute a cantieri edili, l'autorizzazione verrà fornita dietro presentazione di estratto del fascicolo della sicurezza ex D.Lgs.494/1996, che indichi le misure previste per tale segnaletica.



Figura 13 - Esempio di segnali temporanei di cantiere stradale