

**ENRICO POGGI**  
GEOMETRA

P.za ACCURSIO da BAGNOLO, 20  
50023 IMPRUNETA – FI

COD. FISC.: PGG NRC 78E12 D612H  
PART. I.V.A.: 05378370489

Spettabile

**Consorzio Le Fonti Monteloro**

Via dei Bosconi 5, località Monteloro  
50065 Pontassieve

**Oggetto: Sintesi delle rilevazioni geologico-geotecniche per gli interventi di manutenzione delle strade consortili località Villese, San Vincenzo/Le Buche e Pelagaccio**

Spettabile Consorzio Le Fonti Monteloro,

la presente quale sintesi sulle risultanze dei rilievi, prove ed analisi condotte dal Geologo Dott. Francesco Cintelli negli ambiti di intervento così denominati:

- Area A - loc. Villese
- Area B - loc. San Vincenzo / Le Buche
- Area C - loc. Il Pelagaccio

**Prove e analisi effettuate**

La campagna di indagine ha compreso:

- raccolta e analisi della documentazione esistente (PSI, PO, PAI, PGRA, Database Geologico Regione Toscana)
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)
- prelievo di campioni di terreno con analisi di laboratorio
- n. 4 stendimenti sismici MASW e a rifrazione con Onde P.

**Area A - LOC. VILLESE**

Il tratto stradale vicinale si sviluppa su versante a pendenza medio-elevata di scarsa compattezza e soggetto a deformabilità degli orizzonti superficiali.

Le acque meteoriche si infiltrano lungo la carreggiata e ai suoi margini, percorrendo il profilo di alterazione fino a raggiungere gli orizzonti argilloso-limosi più profondi, dove la riduzione della permeabilità causa l'accumulo di pressioni interstiziali e l'indebolimento della matrice di frana quiescente sottostante.

*Intervento previsto*

L'intervento previsto è di cementazione armata del piano viabile.

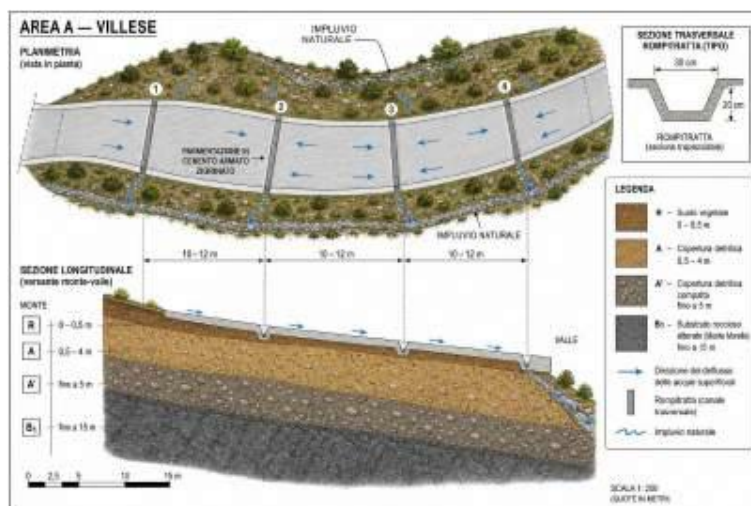
La soluzione adottata consiste nella stesa di un massetto in calcestruzzo dosato a  $\geq 250 \text{ kg/m}^3$  di cemento, armato con rete elettrosaldata  $\phi 6/150 \times 150 \text{ mm}$ , posato su uno strato di sottofondo in misto granulare stabilizzato compattato, per uno spessore complessivo della soletta di 15 cm.

La superficie del massetto dovrà essere lavorata con apposita attrezzatura per realizzare una zigrinatura trasversale (perpendicolare all'asse stradale), con passo delle scanalature di 5–7 cm e profondità di ~1 cm. Questa tessitura superficiale svolge una duplice funzione:

- funzione antiscivolo: la zigrinatura interrompe il film d'acqua che si forma sulla superficie cementata durante la pioggia, aumentando il coefficiente di aderenza pneumatico–superficie e riducendo significativamente il rischio di aquaplaning anche su pendenze elevate;
- funzione di controllo del deflusso: le scanalature guidano il deflusso superficiale in direzione trasversale verso le fosse rompitratta, impedendo la formazione di lame d'acqua longitudinali ad alta velocità che potrebbero scalzare i bordi della pavimentazione e incidere le banchine laterali.

La soletta dovrà essere posta su strato di misto granulare con spessore 10 cm che garantisce sia la distribuzione uniforme del carico verticale, sia un minimo effetto tampone idraulico alla base.

E' prevista la posa di fosse rompitratta ad interasse 10-12 metri, aventi sezione trapezoidale con larghezza di 30 cm e profondità di 20 cm.



### Area B - LOC. SAN VINCENZO / LE BUCHE

Il tratto stradale rappresenta il settore di intervento più articolato, caratterizzato da due sotto-tratti con problematiche distinte e soluzioni tecniche differenziate.

La planimetria individua:



- **Tratto viola:** settore con fossetta campestre singola sul bordo sinistro della strada

#### *Interventi previsti*

Intervento con cementazione armata zigrinata e rompitratta verso l'impluvio sinistro

Nel tratto viola è presente una sola fossetta campestre sul lato sinistro della strada. L'assenza di un sistema drenante bilaterale significa che tutto il deflusso superficiale che si genera sulla carreggiata tende a confluire verso un unico lato, con rischio di saturazione della fossetta stessa e di tracimazione verso il versante in periodi di pioggia intensa.

La cementazione armata del piano viabile in questo tratto è appropriata per le seguenti ragioni: - la pendenza in questo settore è compatibile con la superficie cementata, non comportando velocità di deflusso longitudinale eccessive;

Le fossette rompitratta intercettano il deflusso longitudinale e lo deviano a sinistra verso l'impluvio naturale, così da alleggerire il carico idraulico sulla fossetta campestre esistente e distribuire il deflusso su un percorso naturale più ampio.

Si prevede la realizzazione di n. 3-4 fossette (in funzione della lunghezza esatta del tratto viola), con geometria e dimensionamento analoghi a quanto descritto per l'Area A.

La fossetta campestre laterale esistente è da mantenere pulita e in piena efficienza idraulica. In caso di sezione insufficiente (larghezza fondo < 20 cm o ostruzioni), si procederà al riprofilamento minimo con larghezza fondo  $\geq$  25 cm e rivestimento del fondo in pietrame a secco.

- **Tratto rosso:** settore principale

#### *Interventi previsti*

Settore da palizzare, con macadam e riprofilatura fossetta campestre (evidenziata in giallo).

La scelta di non ricorrere alla cementazione nel tratto rosso è una decisione tecnica motivata e non una soluzione di compromesso. Essa deriva dall'analisi congiunta di tre fattori: la geomeccanica del sottosuolo, la morfologia del versante e il comportamento idrodinamico del deflusso su superfici inclinate.

Fattore 1 — Eterogeneità della coltre (tomografia ST2): La tomografia ST2 mostra nel tratto rosso una coltre superficiale con forte variabilità laterale di velocità, indicativa di una distribuzione non omogenea di materiale sciolto e addensato all'interno dello stesso orizzonte. Su un substrato così eterogeneo, una soletta in calcestruzzo di spessore limitato (12-15 cm) non è in grado di redistribuire efficacemente i carichi verticali su aree di cedimento differenziale, ed è soggetta a fessurazione longitudinale. Le fessure del cls rappresentano percorsi preferenziali per l'infiltrazione concentrata, che può raggiungere in modo diretto il substrato alterato B1 innescando fenomeni di erosione sotterranea localizzata o rigonfiamento degli orizzonti argillosi intercalati.

Fattore 2 — Erosione superficiale su piano cementato in forte pendenza: Su pendenze elevate, il deflusso su superfici impermeabili continue raggiunge velocità significative già per tratti di pochi metri. La velocità critica di erosione della berma stradale in terreni detritici sciolti ( $\tau$  critico  $\approx$  2-5 N/m<sup>2</sup>) può essere superata dal flusso concentrato ai bordi di una carreggiata cementata in pendenza. Il macadam, per la sua struttura aperta, diffonde il deflusso trasversalmente verso le cunette con velocità molto inferiori, rimanendo al di sotto della soglia erosiva per tutta la larghezza della carreggiata.

Fattore 3 — Adattabilità ai cedimenti differenziali: Il macadam, a differenza del calcestruzzo, non è una struttura monolitica: la granulometria spigolosa si riassetta localmente in risposta ai cedimenti del sottofondo senza perdere la propria funzione portante. In una coltre detritica con variabilità laterale come quella documentata dalla ST2, questa caratteristica è determinante per la durabilità nel lungo periodo senza manutenzioni straordinarie.

Specifiche tecniche del macadam:

Strato	Materiale	Spessore
Sottofondo	Terreno naturale compattato al 95% Proctor Standard	—
Fondazione	Misto granulare tout-venant stabilizzato	15–20 cm
Macadam portante	Pietra calcarea spigolosa D 32–50 mm	12–15 cm
Filler di sigillatura	Sabbia-ghiaia pulita $D_{max} \leq 8$ mm	A rifiuto nei vuoti

La granulometria spigolosa del macadam garantisce coefficienti di attrito pneumatico-strada (micro-rugosità IRI) superiori a quelli di un cls liscio anche in condizioni di bagnato, grazie alla macro-tessitura irregolare che spezza il film idrico sotto il pneumatico.

Riprofilatura fossetta campestre (tratto giallo):

La fossetta campestre sul lato sinistro del tratto rosso è quella evidenziata in giallo nella planimetria: è il recettore principale delle acque drenate attraverso il macadam e scaricate dal tratto rosso. Le acque di deflusso sono tutte indirizzate verso questa fossetta, che pertanto deve essere portata a piena efficienza idraulica prima dell'esecuzione del macadam:

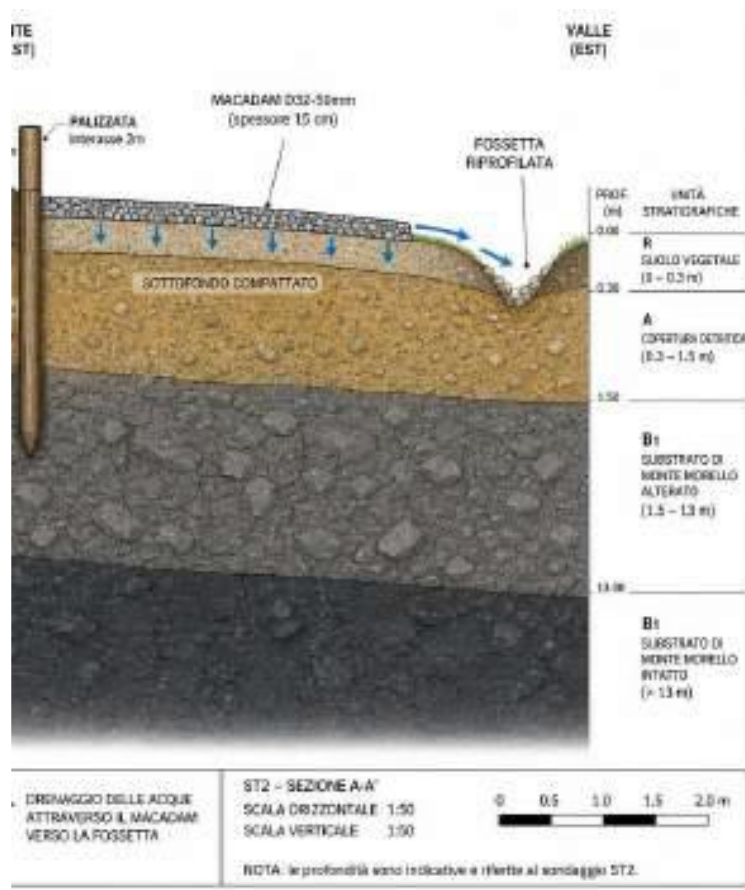
- rimozione di vegetazione e sedimenti depositati
- riprofilamento della sezione a geometria trapezoidale (larghezza fondo  $\geq 25$  cm, profondità  $\geq 20$  cm, sponde 1:1)
- verifica della continuità lungo tutto il tratto rosso e del recapito finale in un impluvio o fosso campestre di dimensioni adeguate

Palizzata di consolidamento — Area B tratto rosso

La palizzata di consolidamento è un'opera di ingegneria naturalistica di tipo gravitativo, finalizzata a contrastare il movimento superficiale della coltre detritica verso valle lungo il versante adiacente alla carreggiata. Essa agisce principalmente per resistenza passiva dei pali infissi nel substrato, e parzialmente per effetto arco tra i pali (per la componente orizzontale).

La scelta della palizzata in questo tratto è motivata dalla configurazione sismostratigrafica documentata. Il tetto del substrato alterato si attesta a 1,2–1,5 m dal piano campagna, e la coltre soprastante presenta caratteristiche di coltre rimaneggiata e poco coesiva. In queste condizioni, una palizzata superficiale con infissione nel substrato è la soluzione tecnica meno invasiva per stabilizzare la porzione superficiale del versante immediatamente a valle del ciglio stradale.

Parametro	Valore
Tipologia	Palizzata semplice in legname scortecciato trattato o profili HEA 80
Diametro pali in legno	$\geq 12-15$ cm
Lunghezza totale palo	2,0 m
Fuori terra	0,5 m (quota di ritenuta)
Infissione nel terreno	1,5 m (di cui $\sim 0,3-0,5$ m nella coltre A e $\sim 1,0-1,2$ m nel substrato B1)
Interasse tra pali	2,0 m
Tavole interpilastro	Legname scortecciato sp. 5 cm (o lamiera in cls armato)
Orientamento	Parallelo all'asse stradale, a valle del ciglio della carreggiata



### Area C - PELAGACCIO

Il tratto stradale presenta una formazione geologica affiorante significativamente differente rispetto alle aree A e B. La componente argillosa prevalente conferisce a questi terreni le seguenti caratteristiche critiche:

- permeabilità molto bassa
- elevata saturazione naturale
- plasticità e rigonfiamento
- coltre di materiali potenzialmente instabili più ampia rispetto alle Aree A e B.

#### Intervento previsto

L'intervento previsto è di cementazione armata del piano viabile.

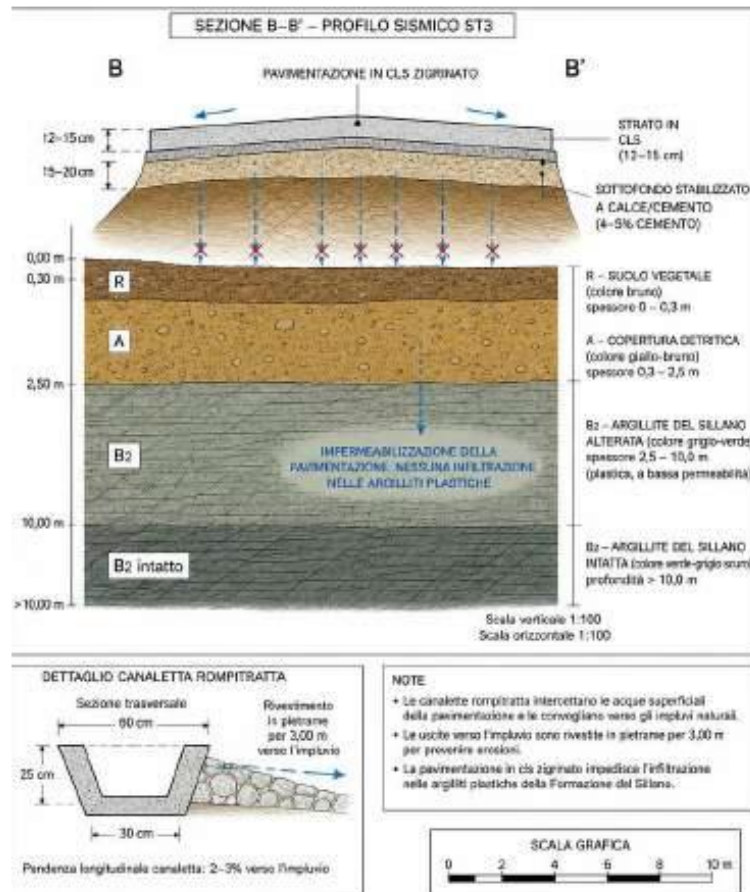
La presenza di argilliti superficiali con comportamento plastico impone uno schema costruttivo più elaborato rispetto alle Aree A e B.

Strato	Materiale	Spessore	Note
Sottofondo naturale	Argillite Sillano	—	Scarifica e pulizia
Strato di stabilizzazione	Terreno trattato con calce/cemento (dosaggio 4-5%)	15-20 cm	Riduce plasticità e rigonfiamento
Strato di fondazione	Misto granulare tout-venant compattato	10 cm	Distribuzione carichi
Soletta in cls armato	Calcestruzzo $\geq 250$ kg/m <sup>3</sup> , rete $\phi 6/150 \times 150$	12-15 cm	Armatura anti-fessurazione
Superficie	Zigrinatura trasversale (passo 5-7 cm, prof. 1 cm)	—	Anti-scivolo + guida deflusso

La soluzione adottata consiste nella stesa di un massetto in calcestruzzo dosato a  $\geq 250 \text{ kg/m}^3$  di cemento, armato con rete elettrosaldata  $\phi 6/150 \times 150 \text{ mm}$ , posato su uno strato di sottofondo in misto granulare stabilizzato compattato, per uno spessore complessivo della soletta di 15 cm.

E' prevista la posa di fossette rompitratta ad interasse 10-12 metri, aventi sezione trapezoidale con larghezza di 30 cm e profondità di 20 cm.

Si renderà inoltre necessario eseguire una manutenzione sulla fossetta campestre ai lati della strada.



Rimanendo a disposizione per ogni eventuale, è gradita l'occasione per porgere cordiali saluti.

Enrico Poggi