

COMUNE DI VERONA

**Realizzazione dell'itinerario ciclabile
B20 "Forte Chievo – Via Legnago"
CIG B156BD7A09 - CUP I31B23000330007 - PBM 6774**

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CAM

Elab. n.°

Scala

Data

GIUGNO 2025

A.12

Il Capo Servizio e
R.U.P..

Il Dirigente
Direzione LL. PP.

geom. Sabrina Nicolini

Ing. Michele Fasoli

PROGETTISTA:



37135 VERONA – Via Morgagni, 24 – tel +39 045 8250176
email: netmobility@netmobility.it – sito web: www.netmobility.it
Partita I.V.A. e Codice Fiscale 03184140238

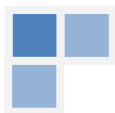
responsabile di



dott.ing. Francesco Seneci

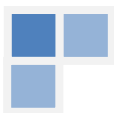
Gruppo di lavoro:

ing. Francesco Seneci
pian. Licia Bernini
arch. Nicola Bertuccio
p.i. Luca Baroni



Sommario

Sommario	2
1. Note generali sul progetto	3
2. Specifiche tecniche del progetto esecutivo.....	3
3. Specifiche tecniche dei prodotti da costruzione	5
4. Specifiche tecniche relative al cantiere	7



1. Note generali sul progetto

Il presente PFTE interessa l'itinerario ciclabile B20 "Forte Chievo – Via Legnago" Comune di Verona – Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) Redatta ai sensi dell'art. 41, comma 2, e Allegato I.7 del D.lgs. 36/2023, , **il cui obiettivo è quello di ricucire e connettere i quartieri dell'ambito sud del comune di Verona, Santa Lucia, Golosine, Borgo Roma, con un asse trasversale est/ovest** che, riallacciandosi alle estremità e lungo il suo sviluppo alla rete esistente o in fase di progettazione, permetta di definire un lungo itinerario protetto per la mobilità ciclabile.

La presente relazione, in particolare, ha lo scopo di descrivere le scelte progettuali conformi ai criteri di riferimento e di fornire la motivazione della eventuale non applicabilità o dell'applicazione parziale di uno o più criteri ambientali previsti dalla normativa.

Il Decreto Ministeriale 5 agosto 2024 (CAM Strade) definisce i **Criteri Ambientali Minimi** obbligatori per progettazione ed esecuzione di infrastrutture stradali. Nel caso del progetto in esame risultano pertinenti i criteri CAM relativi alla fase di progettazione (servizio di progettazione) e, in prospettiva, quelli da includere nel successivo appalto di lavori

2. Specifiche tecniche del progetto esecutivo

2.1. Sostenibilità ambientale dell'opera

Il criterio non viene applicato in quanto le opere previste dal progetto non introducono funzioni di natura differente da quelle già presenti oggi: si tratta di opere di riorganizzazione e razionalizzazione di tratte e nodi stradali in chiave di maggiore fruibilità, sicurezza e sostenibilità urbana.

Per quanto attiene alle pavimentazioni, qui oggetto di rifacimento del solo tappeto di usura, si sono mantenute la medesime tipologie preesistenti.

Trattandosi generalmente di riqualificazione urbana (e non nuova costruzione) gli impatti aggiuntivi sono minimi.

2.2. Efficienza funzionale e durata della pavimentazione

Il progetto riguarda il rifacimento dello strato di usura di tratti stradali già pavimentati, prevedendo soluzioni conformi ai **Criteri Ambientali Minimi** per le infrastrutture stradali (D.M. 5 agosto 2024) in termini di durabilità e gestione delle acque. In particolare, il nuovo manto d'usura sarà realizzato con conglomerato bituminoso ad alte prestazioni contenente materiale riciclato (fresato d'asfalto) in percentuale almeno pari ai requisiti minimi fissati dai CAM, assicurando complessivamente prestazioni meccanico-funzionali non inferiori a quelle di un analogo materiale vergine. Gli strati strutturali sottostanti (base e fondazione) sono considerati di portanza adeguata ai carichi di esercizio previsti che passano da autoveicolari a ciclabili; ciò garantisce che il rifacimento superficiale possa prolungare la vita utile della pavimentazione esistente di almeno **5 anni**, come indicato dai CAM per interventi di manutenzione superficiale. Più in generale, la progettazione si allinea agli obiettivi di durabilità stabiliti dal D.M. 5/08/2024, prevedendo – ove si intervenga con



pavimentazioni ex-novo – una vita utile di progetto dell'ordine di **20 anni**, così da ridurre la frequenza di manutenzioni straordinarie nel ciclo di vita dell'opera.

Nei tratti di nuova pavimentazione in aree verdi (circa 300 m di sviluppo lineare) è stata adottata una soluzione in *calcestruzzo drenante*, in linea con i criteri CAM in tema di permeabilità dei suoli e resilienza climatica. Questa tipologia di pavimentazione, grazie all'elevata porosità, offre un efficace drenaggio delle acque meteoriche. Ciò consente di ridurre drasticamente il ruscellamento superficiale e mantenere l'invarianza idraulica dell'area, prevenendo fenomeni di accumulo d'acqua e allagamenti localizzati. Inoltre, la finitura chiara del materiale unita alla struttura aperta della miscela contribuisce alla **mitigazione dell'effetto "isola di calore"**, riducendo l'assorbimento di calore e mantenendo temperature superficiali più contenute rispetto alle pavimentazioni tradizionali.

La miscela di calcestruzzo drenante selezionata dovrà garantire prestazioni meccaniche adeguate (resistenze strutturali, durabilità ai cicli gelo–disgelo, ecc.) per l'utilizzo ciclabile previsto, assicurando una vita utile in esercizio paragonabile alle soluzioni convenzionali.

In un'ottica di fine vita e smaltimento, le soluzioni progettuali scelte favoriscono il recupero dei materiali impiegati. Sia il nuovo strato di usura bituminoso sia la pavimentazione in calcestruzzo drenante sono infatti pienamente riciclabili e/o riutilizzabili: il tappeto d'usura potrà essere fresato a fine ciclo e reimpiegato come conglomerato bituminoso di recupero (RAP), mentre le componenti in calcestruzzo potranno essere demolite selettivamente e avviate a riciclo come aggregato secondario. Il progetto rispetta il criterio CAM relativo al *disassemblaggio*, che richiede di prevedere già in fase di progetto la possibilità di smontare o demolire selettivamente **almeno l'80% in peso** degli elementi impiegati in modo da destinarli a recupero, riciclo o riuso a fine vita. A tal fine, si pianificheranno interventi di demolizione selettiva e gestione dei rifiuti da costruzione, così da massimizzare il tasso di recupero dei materiali (indicativamente superiore all'80% in peso) nel rispetto della normativa vigente e dei principi di economia circolare.

2.3. Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso

Allo stato attuale, da un'indagine di mercato nella provincia di Verona e limitrofe, non risultano ad oggi presenti, impianti che producono conglomerati bituminosi idonei per la stesa mediante utilizzo della tecnologia dei conglomerati tiepidi ovvero con temperatura massima di posa pari a 120°C.

È però vero che vi sono sperimentazione in atto che potranno dare a breve esiti positivi. Si rimanda quindi alla fase di progettazione esecutiva per la verifica dell'eventuale introduzione di tale tecnologia nel processo produttivo di impianti locali o comunque per la valutazione della possibilità di reperire tale prodotto da parte dell'impresa appaltatrice.

2.4. Emissione acustica delle pavimentazioni

Criterio non applicato in quanto viene modificato solo lo strato superficiale della pavimentazione e si tratta comunque di una pavimentazione destinata ad uso solo ciclabile, quindi con impatti estremamente limitati in ordine alle emissioni acustiche.

2.5. Piano di manutenzione dell'opera

Negli elaborati di progetto è presente l'elaborato "E06 - *Piano preliminare di manutenzione dell'opera e delle sue parti*" che prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Il documento, in accordo a quanto indicato all'art.38 del D.Lgs 207/2010, è composto da 4 parti:



- Manuale d'uso, che contiene le informazioni necessarie per la migliore utilizzazione del bene, limitando quanto più possibile i danni derivanti da un utilizzo improprio;
- Manuale di manutenzione, che fornisce le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione in relazione alle caratteristiche dei componenti interessati;
- Programma di manutenzione – Sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche;
- Programma di manutenzione – Sottoprogramma degli interventi, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione.

2.6. Disassemblaggio e fine vita

Le lavorazioni previste da progetto sono relative prevalentemente alla costruzione di pacchetti di tipo stradale, si ritiene pertanto che la quasi totalità dei componenti utilizzati, sia sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio e successivo recupero e riutilizzo. Ad esempio per quanto attiene al conglomerato bituminoso, potrà essere fresato e/o demolito e conferito ad impianto di recupero, dove potrà essere reintrodotta nel ciclo di produzione per il confezionamento di nuovo conglomerato bituminoso consentendo così di risparmiare risorse naturali, abbattere le emissioni di CO₂ e ridurre la produzione di rifiuti.

2.7. Riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero

Per gli interventi che includono lo strato di fondazione sarà prescritto l'utilizzo di materiale legante misto di cava mescolato con conglomerato bituminoso proveniente da demolizione stradale lavorato in impianti idonei per recupero/riciclaggio regolarmente autorizzati e di caratteristiche rispondenti ai requisiti prestazionali richiesti dalle Norme Tecniche.

Per gli interventi di risanamento che non includono lo strato di fondazione e per gli interventi di manutenzione di tipo superficiale si rimanda al §3.1

3. Specifiche tecniche dei prodotti da costruzione

3.1. Circolarità dei prodotti da costruzione

Tutti i materiali di risulta derivanti dalle operazioni di fresatura e demolizione della pavimentazione stradale, oltre che di scarifica e scavo a sezione ristretta, saranno conferiti ad impianti recupero, dove potranno essere selezionati, recuperati e reintrodotti nel ciclo di produzione per il confezionamento di nuovo conglomerato bituminoso, per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, in un'ottica di economia circolare.

Per la realizzazione della fondazione stradale il progetto prevede l'impiego di materiale legante misto di cava mescolato con conglomerato bituminoso proveniente da demolizione stradale, mentre per gli strati di binder e tappeto d'usura si prescrive l'utilizzo di conglomerati bituminosi prodotti con materiale riciclato (fresato) presso impianti di produzione autorizzati alla produzione di miscele certificate.

3.2. Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati dovranno avere un contenuto di materia recuperata riciclata, o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma



delle tre frazioni. La percentuale è data dal rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua, intesa come acqua efficace e acqua di assorbimento.

3.3. Prodotti prefabbricati in calcestruzzo e in calcestruzzo vibro compresso

Si prevede l'utilizzo di pozzetti e prolunghe prefabbricati in calcestruzzo per la risoluzione delle interferenze con i sottoservizi esistenti individuate nell'ambito degli interventi di progetto, nonché l'uso di cordoli in cls.

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo dovranno avere un contenuto di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

3.4. Prodotti in acciaio

Si prevede l'utilizzo di rete elettrosaldata per la realizzazione del massetto dei marciapiedi.

Per gli usi non strutturali, dovranno essere utilizzati prodotti in acciaio con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

3.5. Sistemi di drenaggio lineare – Previsione di canalette, caditoie, trincee drenanti ecocompatibili (es. con materiali riciclati) per lo smaltimento acque

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche previsto dal progetto si basa prevalentemente sul riutilizzo della rete esistente, già presente lungo gli assi stradali oggetto di intervento e funzionale allo smaltimento delle acque superficiali. Tuttavia, al fine di garantire la continuità e l'efficienza del deflusso anche a seguito delle modifiche plano-altimetriche introdotte dalla nuova configurazione del tracciato ciclabile, è prevista l'installazione di alcune nuove caditoie e lo spostamento puntuale di caditoie stradali esistenti interferenti con il nuovo profilo plano-altimetrico e/o con gli elementi di arredo e sicurezza.

Le nuove caditoie saranno conformi ai requisiti tecnici prestazionali previsti dalla normativa vigente (UNI EN 124 e UNI EN 1433) e risponderanno ai criteri ambientali minimi in materia di circolarità dei prodotti da costruzione. In particolare, ove tecnicamente disponibile sul mercato, si prevede l'impiego di elementi prefabbricati (caditoie e griglie) realizzati con almeno il 30% in peso di materiali riciclati (es. calcestruzzo riciclato, materiali compositi o acciaio riciclato da forno elettrico) in conformità al § 2.3.7 del D.M. 5/8/2024.

Le opere saranno completate con eventuali canalizzazioni di raccordo ai pozzetti e collettori esistenti, da realizzarsi mediante l'uso di tubazioni in materiale plastico riciclato, conformi al criterio 3.6 della presente Relazione CAM.

Non sono previste, in questa fase, trincee drenanti o canalette in terra stabilizzata, in quanto le superfici di nuova pavimentazione, per una lunghezza complessiva di circa 300 m, saranno realizzate con pavimentazione in calcestruzzo drenante, che consente il deflusso diretto delle acque meteoriche nel sottosuolo e riduce la necessità di raccolta puntuale.



Il sistema progettuale di gestione delle acque meteoriche nel suo complesso è conforme ai principi di invarianza idraulica e minimizzazione dell'impermeabilizzazione imposti dalle normative regionali e dai CAM, contribuendo al contenimento del carico idraulico sulla rete di drenaggio urbana e alla riduzione del rischio idraulico, senza necessità di ulteriori opere dissipative.

3.6. Tubazioni in materiale plastico

Si prevede l'utilizzo di tubazioni in materiale plastico per la risoluzione delle interferenze con i sottoservizi esistenti individuate nell'ambito degli interventi di progetto.

Le tubazioni in materiale plastico dovranno essere prodotte con un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, di almeno il 20% sul peso del prodotto.

4. Specifiche tecniche relative al cantiere

4.1. Prestazioni ambientali del cantiere

Non sono state individuate criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, inoltre l'area di cantiere non ricade in sito tutelato ai sensi delle norme del piano paesistico né sono presenti, nell'ambito di intervento, risorse naturali, paesistiche e storico-culturali che necessitino di particolari misure per la loro protezione e tutela.

Non è stata rilevata nell'ambito di intervento la presenza di specie arboree e arbustive alloctone invasive né la presenza di specie arboree e arbustive autoctone di interesse storico e botanico da proteggere per escluderne il danneggiamento.

Nell'ambito di cantiere dovranno essere impiegate, ove possibile, tecnologie a basso impatto ambientale allo scopo di minimizzare le emissioni di inquinanti e mezzi d'opera di ultima generazione per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni oltre che contenimento del fenomeno del sollevamento delle polveri, in particolare durante le operazioni di fresatura e demolizione.

Tutti i materiali di risulta dalle operazioni di fresatura e demolizione saranno immediatamente allontanati dall'ambito di cantiere e conferiti a impianto di recupero e riciclo allo scopo di minimizzare il rischio di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee oltre che per ridurre l'impatto visivo del cantiere, trattandosi di lavorazioni da eseguirsi in ambito urbano.

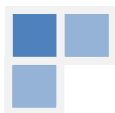
4.2. Demolizione selettiva, recupero e riciclo

Tutti i materiali di risulta derivanti dalle operazioni di fresatura e demolizione della pavimentazione stradale, oltre che di scarifica e scavo a sezione ristretta, saranno conferiti ad impianti recupero, dove potranno essere selezionati, recuperati e reintrodotti nel ciclo di produzione, quando non ne sarà possibile il riutilizzo diretto in cantiere.

4.3. Conservazione dello strato superficiale del terreno

Si prevede la rimozione e l'accantonamento del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo nelle nuove aree verdi.

4.4. Rinterri e riempimenti



Si prevede il rinterro con misto cementato a seguito di scavo e posa nuova tubazioni e pozzetti per la risoluzione delle interferenze con i sottoservizi esistenti individuate nell'ambito degli interventi di progetto.

Per i riempimenti con miscele legate con leganti idraulici, di cui alla norma UNI EN 14227-1, dovrà essere utilizzato almeno il 50% in peso di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242.