

CONCORSO A PROCEDURA APERTA A DUE GRADI, PER LA PROGETTAZIONE DEL PONTE
DEFINITIVO E VIABILITÀ ALTERNATIVA IN SOSTITUZIONE DEL PONTE STORICO BURIANO.

Relazione tecnico-descrittiva

1 Caratteristiche tecniche delle strutture, delle infrastrutture viarie e degli impianti, descrizione delle soluzioni proposte, modalità di gestione e valutazione dei costi di gestione/manutenzione dell'intera infrastruttura

1.1 Principi Compositivi

Il progetto si innesta sull'odierna SP 01 "Setteponti" come risposta al bisogno di un attraversamento alternativo all'odierno Ponte romano. Il posizionamento del nuovo corridoio infrastrutturale è posto a monte rispetto l'attuale manufatto storico. L'ambiente circostante corrisponde ad un paesaggio rurale fortemente antropizzato in cui sono presenti i segni dell'uomo stratificati nel tempo. Primo fra tutti il Ponte romano cristallizzato nella memoria collettiva come elemento riconoscibile nello sfondo del famoso quadro di Leonardo, la Gioconda. Si individua quindi la necessità di disegnare la nuova viabilità secondo una logica che non può esplicitarsi nel semplice "movimento". L'architettura del "Segno" non può esaurirsi nel gesto formale che dichiara essenzialmente la sua funzione, ma deve confrontarsi necessariamente con gli elementi che la giustificano: il fiume da scavalcare e la pianura da attraversare, in un movimento che fa della vista e dell'ascolto due componenti complementari. Nasce così il bisogno di definizione di un ordine gerarchico in cui tutti gli elementi mirano allo stesso fine.

Il progetto descritto si fonda su tre macro sistemi:

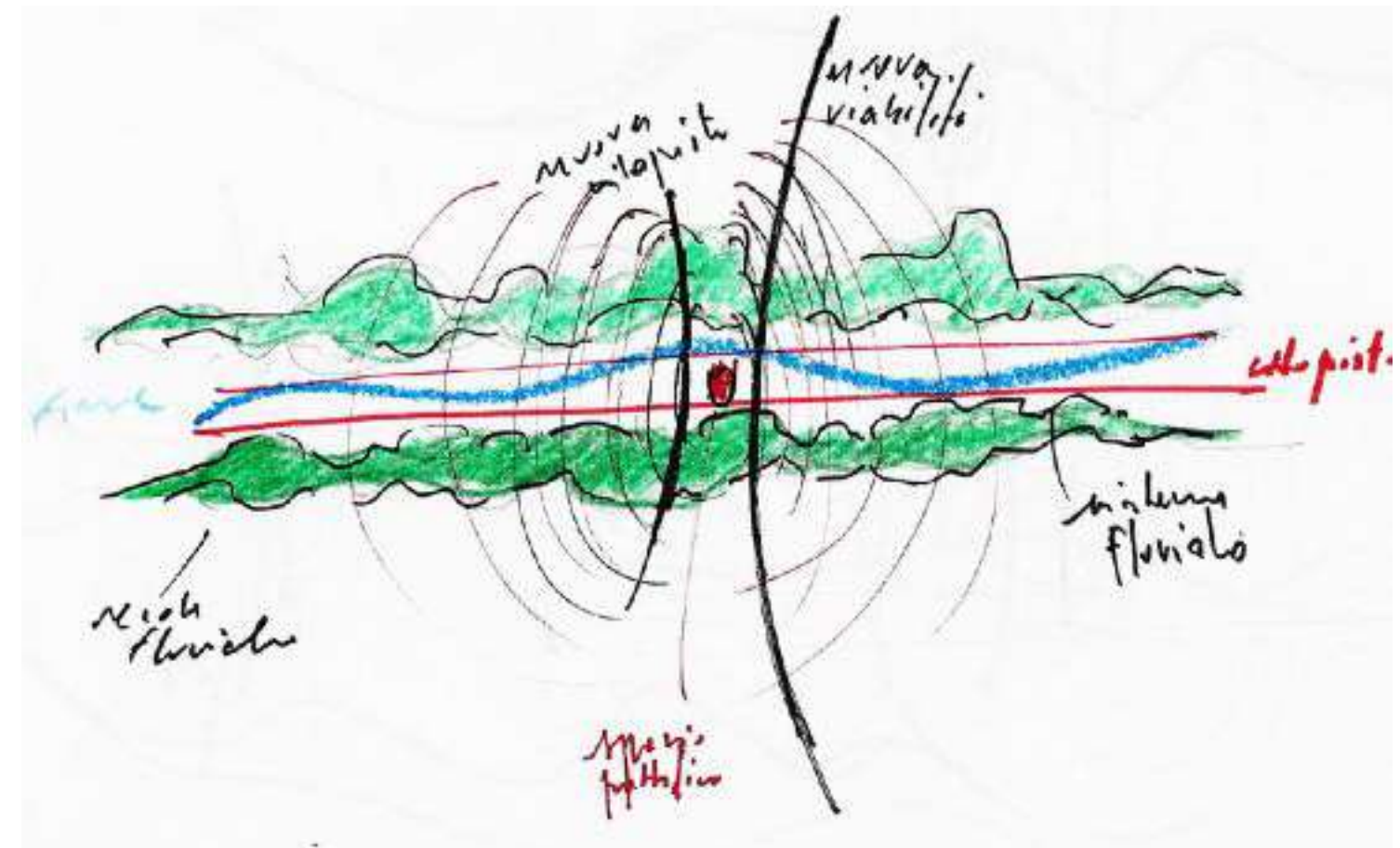
- La "nuova viabilità ordinaria", grazie all'inserimento delle due nuove rotatorie lungo la SP 01 "Setteponti", permette di evitare l'edificato di Ponte a Buriano e l'emergenza del suo ponte, spostando sul nuovo attraversamento la gravità del "movimento"; la scelta progettuale prevede che la quota minima sia di 209 s.l.m., superiore rispetto al piano di campagna. Le nuove altimetrie permettono di posizionare la strada ad

una quota superiore alla portata massima duecentennale e allo stesso tempo di non essere una cesura nei confronti dei percorsi esistenti. La definizione di un profilo costante permette di mantenere l'orizzontalità che definiscono le circostanti tessiture agrarie esistenti. Contemporaneamente il cambio di quota dovuto all'accesso al ponte enfatizza il gesto di quest'ultimo del collegare le due rive.

- Il "nuovo sistema ciclo-pedonale" instaura un rapporto consequenziale all'andamento della nuova viabilità, ma contemporaneamente ne prende le distanze, mantenendo la quota originale di campagna e slegandosi dagli eccessi del traffico. La differenza di quota permette l'inserimento di corridoi verdi che mitigano la vicinanza della strada proiettandoci in un astratto paesaggio naturale. Il collegamento con la matrice agraria già esistente permette di mettere a sistema le ultime propaggini della riserva naturale posta a sinistra del progetto generando nuovi percorsi verdi a supporto della "Ciclopista dell'Arno".

- Il "Ponte" come elemento di spostamento il quale cerca, attraverso il disegno della forma, di trasmettere la dinamica dello spostamento in maniera chiara. L'architettura del ponte si declina come evidente sintesi di un unico gesto strutturale e formale che collega le due rive. La trave centrale, con piccole inclinazioni geometriche, ricerca a livello formale un rimando agli antichi ponti in pietra e un dialogo con il carattere fortemente naturalistico del contesto. L'estrema sintesi architettonica permette di dichiarare tutti gli elementi del nuovo progetto e contempora-

neamente gli elementi contestuali quali l'acqua con il suo flusso e le vegetazioni ripuali. Lo stesso ponte cerca di rimanere sospeso al di sopra delle acque, ricercando una sorta di rispettoso silenzio.



1.2 Integrazione paesaggistica

L'area di progetto risulta trasformata dall'uomo mediante un utilizzo agricolo ed è costituita da una fascia di pianura delimitata a sud dalla SP 01 mentre a nord dalla Strada Provinciale dello Spicchio. Non si riscontrano emergenze geomorfologiche rilevanti. L'unico corso d'acqua presente è il Fiume Arno. Le aree boschive e vegetate in generale sono il risultato dell'attività agricola e risultano come aree marginali agricolo-urbano, fatta eccezione per la vegetazione ripariale lungo il fiume, unico corridoio verde. Si tratta di aree che nel tempo acquisiranno una notevole valenza naturalistica grazie allo sviluppo della "Ciclopista dell'Arno". Inoltre emerge la presenza della "Riserva di Ponte a Buriano e Penna."

A livello locale è possibile notare la frammentazione del tessuto urbano nelle sue ultime propaggini verso la campagna.

L'individuazione di elementi detrattori e valorizzatori contribuisce a determinare gli impatti e le potenzialità dell'intervento e ad identificare le aree che potrebbero necessitare di particolare attenzione in fase di progettazione e di definizione degli interventi di mitigazione e compensazione.

Tra i valorizzatori si rilevano le aree a parco (Riserva di Ponte a Buriano e Penna) e le aree boscate lungo il corridoio fluviale, in parte interessate dall'area di progetto. Valorizzatori potenziali sono il sistema di percorsi ciclopedonali all'interno dell'area di progetto, allo stato parzialmente incompleta, e la futura Ciclopista dell'Arno, che metterà a sistema tutti i nuovi percorsi ciclopedonali. Detrattori sono alcuni edifici di valenza

industriale lungo il fiume, la mancanza di sistematicità tra le aree verdi presenti lungo il fiume e il tessuto urbano esistente a nord del fiume.

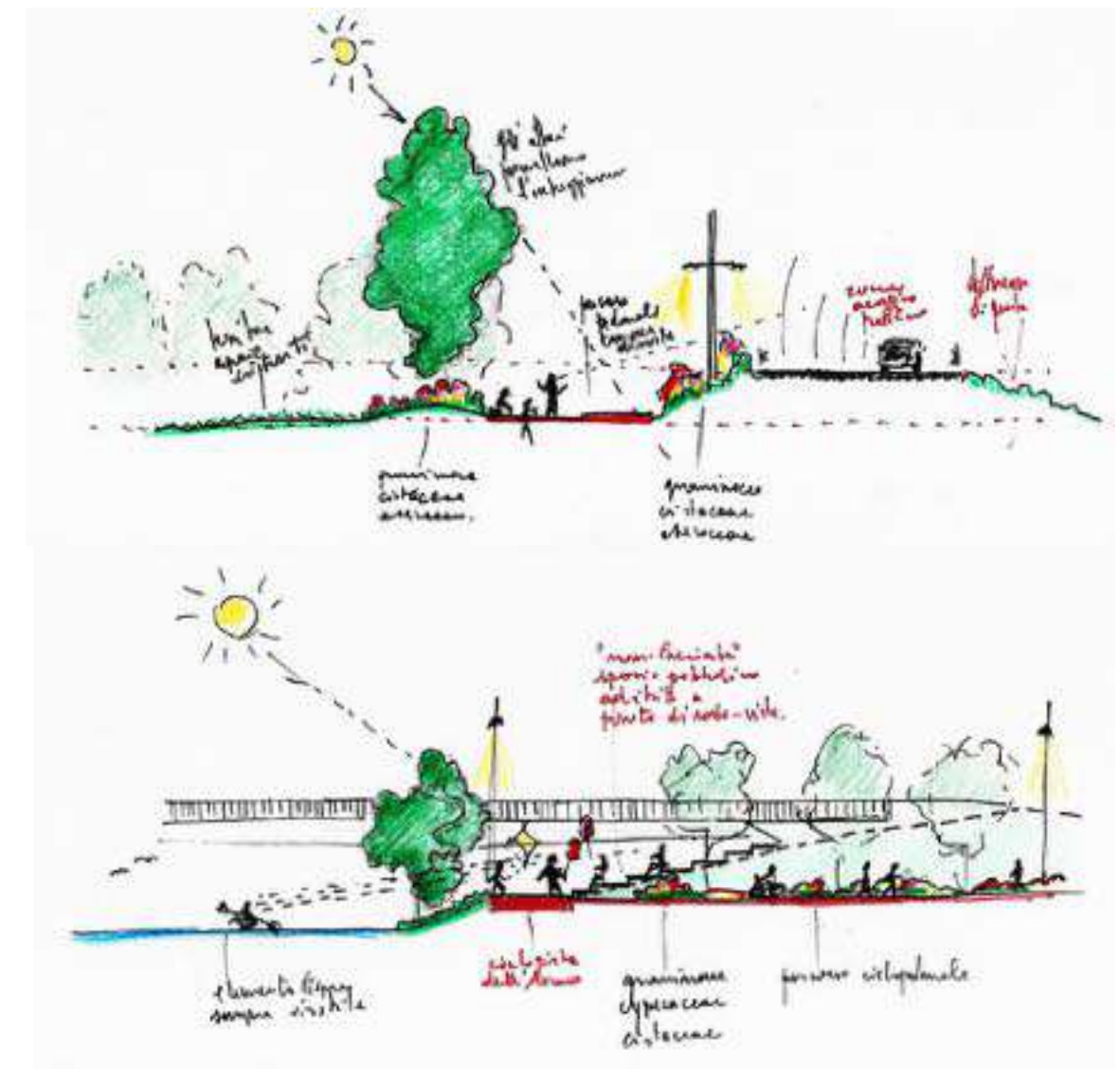
L'integrazione paesaggistica prevede interventi di ottimizzazione dell'opera e di mitigazione del suo impatto sul contesto sia dal punto di vista paesistico che ambientale. In questa fase il progetto si confronta con i vincoli dati dall'area e dalle esigenze idrauliche, in particolar modo la quota massima duecentennale.

Partendo da questo schema si è proceduto a ridisegnare la sezione stradale modellando le scarpate laterali al fine di una maggiore integrazione dell'opera sia con il contesto, sia con i percorsi dedicati alla mobilità lenta. L'inserimento della vegetazione bassa lungo la nuova viabilità permette una netta divisione dei flussi mobili sfruttando anche la diversa quota di movimento mentre l'inserimento lungo la nuova pista ciclopedonale di alberi ad alto fusto oltre all'ombreggiamento riduce l'impatto acustico del progetto.

Un'ulteriore esigenza importante è stata quella di dare soluzione progettuale alla "facciata non-visibile" del nuovo ponte. Il sistema dei percorsi ciclopedonali risolvono lo spazio sottostante la spalla sinistra del fiume generando uno spazio pubblico che, grazie al supporto architettonico dei gradoni che disegnano l'appoggio del ponte, lo mette a sistema con il fiume dando vita ad un luogo di sosta fruibile invece che ad uno spazio residuale e di degrado.

Inoltre è stato proposto un sistema di percorsi che potessero assolvere la funzione fruitiva

dell'area e delle aree limitrofe, dando una unitarietà alla viabilità dolce nel parco e aggiungendo unità naturalistiche di qualità oltre a spazi piacevoli per la fruizione da parte degli utenti. Le misure di compensazione dell'opera sono state dirette principalmente alla riqualificazione di ambiti a stretto contatto con l'opera, con la quale entrano in comunicazione e che contribuiranno alla valorizzazione del fiume Arno. Saranno previsti la riqualificazione di un tratto di alveo del torrente in prossimità del nuovo ponte, la ricucitura di alcuni percorsi e la riqualificazione o realizzazione di aree a verde anche lungo la sponda destra dell'Arno. Tali opere contribuiranno a migliorare alcune situazioni di degrado e frammentazione in un'area strategica per il suo ruolo di corridoio paesistico.



1.3 Aspetti architettonici

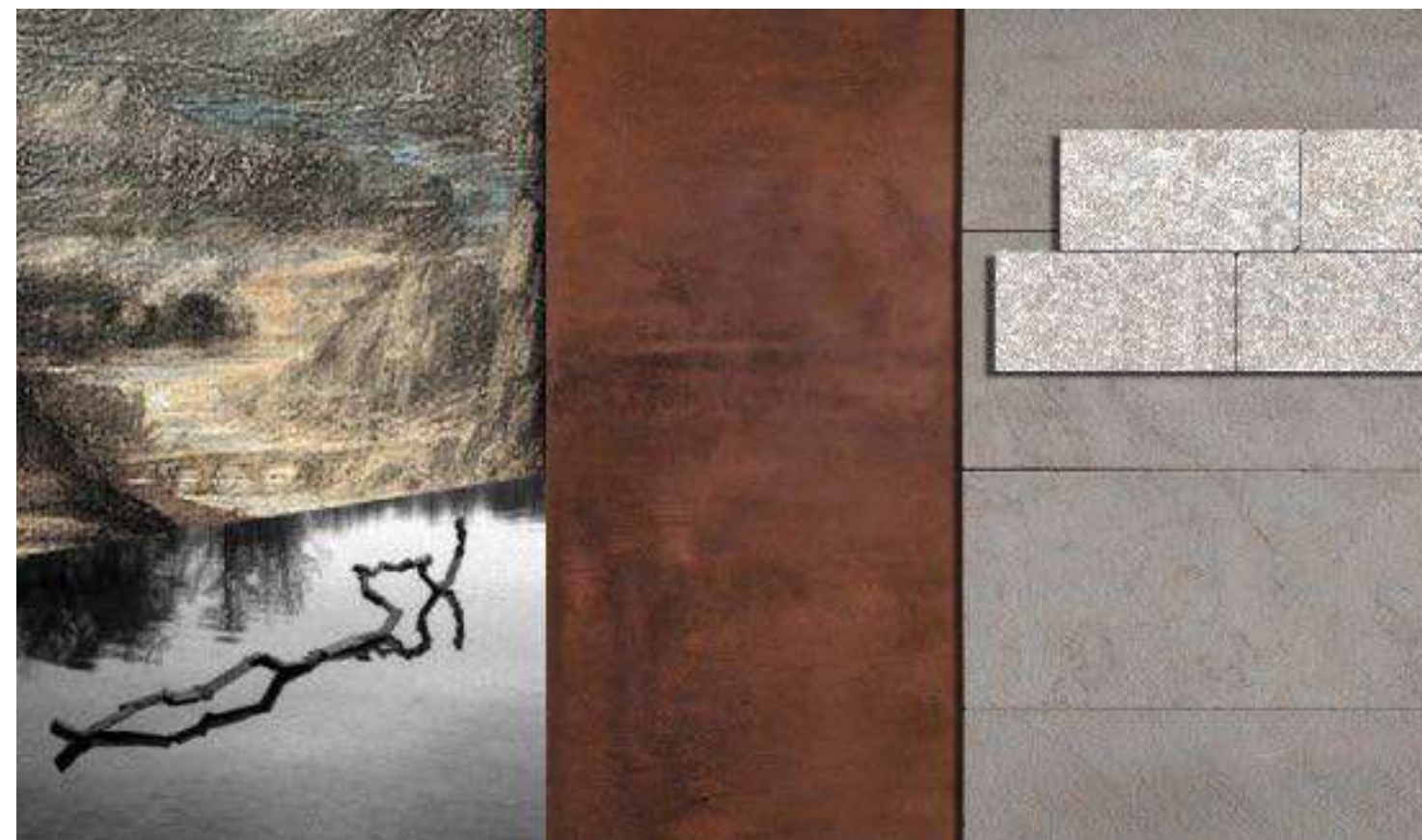
Fermi restando i principi sopra citati, i vincoli maggiori dei quali si è dovuto tener conto nella progettazione del nuovo ponte sono quelli di natura idraulica. Inizialmente è stata impostata l'altezza minima del sottotrave in modo da conseguire un franco di almeno 1.50 m rispetto al livello di portata massima duecentennale con quota 208.80 m s.l.m. In questo modo è permesso l'eventuale passaggio di mezzi lungo la ciclopista dell'Arno.

I principi architettonici riprendono gli elementi caratteristici dei ponti in pietra tipici della via denominata "Setteponti".

La sezione trasversale mista c.a. e acciaio è stata disegnata con lo scopo di assottigliare la linea di prospetto. L'utilizzo di un corten scuro cerca di enfatizzare la linea d'ombra generata dalla parte superiore, mentre le lastre di pietra di tipo Macigno, ancorati in senso verticale cercano di integrare il nuovo profilo con le cromaticità circostanti.

Le due spalle di imposta sono state lavorate in modo da far nascere nell'osservatore l'immagine di spuntoni di rocce sui quali appoggiare il ponte e sono trattate con cemento pigmentato di ocre. Lo stesso cambio di inclinazione del suo profilo estremizza la tensione strutturale espressa dall'appoggio del ponte.

Gli ulteriori due appoggi del ponte, costituiti da strutture metalliche sempre in corten scuro, generano, con la loro inclinazione, un ulteriore stato di tensione e variano il profilo della trave centrale del ponte. Aggrappati alla sponda come ultimo contrafforte prima di attraversare il ponte, instaurano silenziosamente un dialogo con la natura boschiva presente sulle sponde.



1.4 Aspetti strutturali

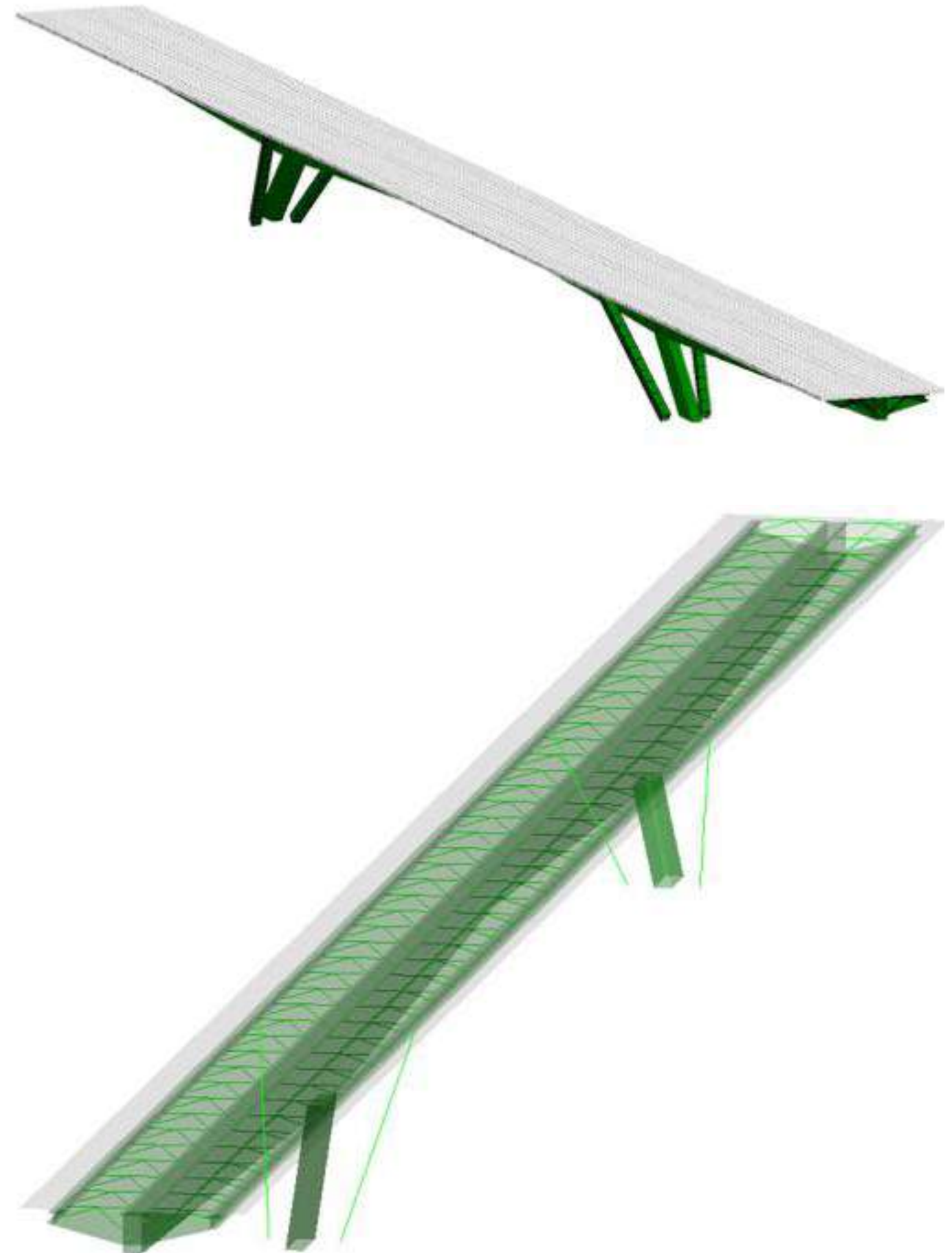
La soluzione proposta per la struttura del nuovo ponte è a sezione mista acciaio-calcestruzzo, con parte metallica a cassone e soletta collaborante. La scelta nasce dall'esigenza di coniugare leggerezza e rapidità di esecuzione con l'attenzione verso l'aspetto architettonico e di inserimento ambientale dell'opera. Il ponte deve essere realizzato all'interno di un piano di spessa ben delimitato, pertanto tutte le scelte progettuali devono tenere conto dei limiti imposti dal piano economico, evitando inutili sprechi e sfruttando la ricerca dell'efficienza statica.

Lo schema statico ipotizzato è a travata continua su due appoggi intermedi: l'inclinazione delle pile consente di ridurre la luce della campata centrale. Con questo schema c'è la possibilità di variare l'altezza della sezione dell'impalcato, riducendola in mezzzeria oltre che in corrispondenza delle spalle, a tutto vantaggio di una minore invasività a livello estetico e di una riduzione del peso e del consumo di materiale, con conseguente contenimento dei costi. E' stata adottata una sezione di impalcato sottile, in modo da garantire un adeguato franco di sicurezza tra il pelo libero dell'acqua (208.8 m s.l.m. è una stima cautelativa del valore del livello di portata duecentennale) e l'intradosso dell'impalcato senza procedere ad una eccessiva sopraelevazione della sede stradale. Ciascuna pila è costituita strutturalmente da tre elementi: l'elemento centrale è portante principalmente per i carichi verticali, mentre quelli laterali hanno la funzione di ritegno torsionale dell'impalcato. Per quanto riguarda la tipologia di acciaio da carpenteria, la soluzione migliore consiste senz'altro nell'utilizzare acciaio di classe strutturale S355 e di tipologia COR-TEN. L'auto-passiva-

zione dell'acciaio conferisce al materiale un effetto estetico e protettivo, che rende la struttura metallica del tutto insensibile alla corrosione atmosferica.

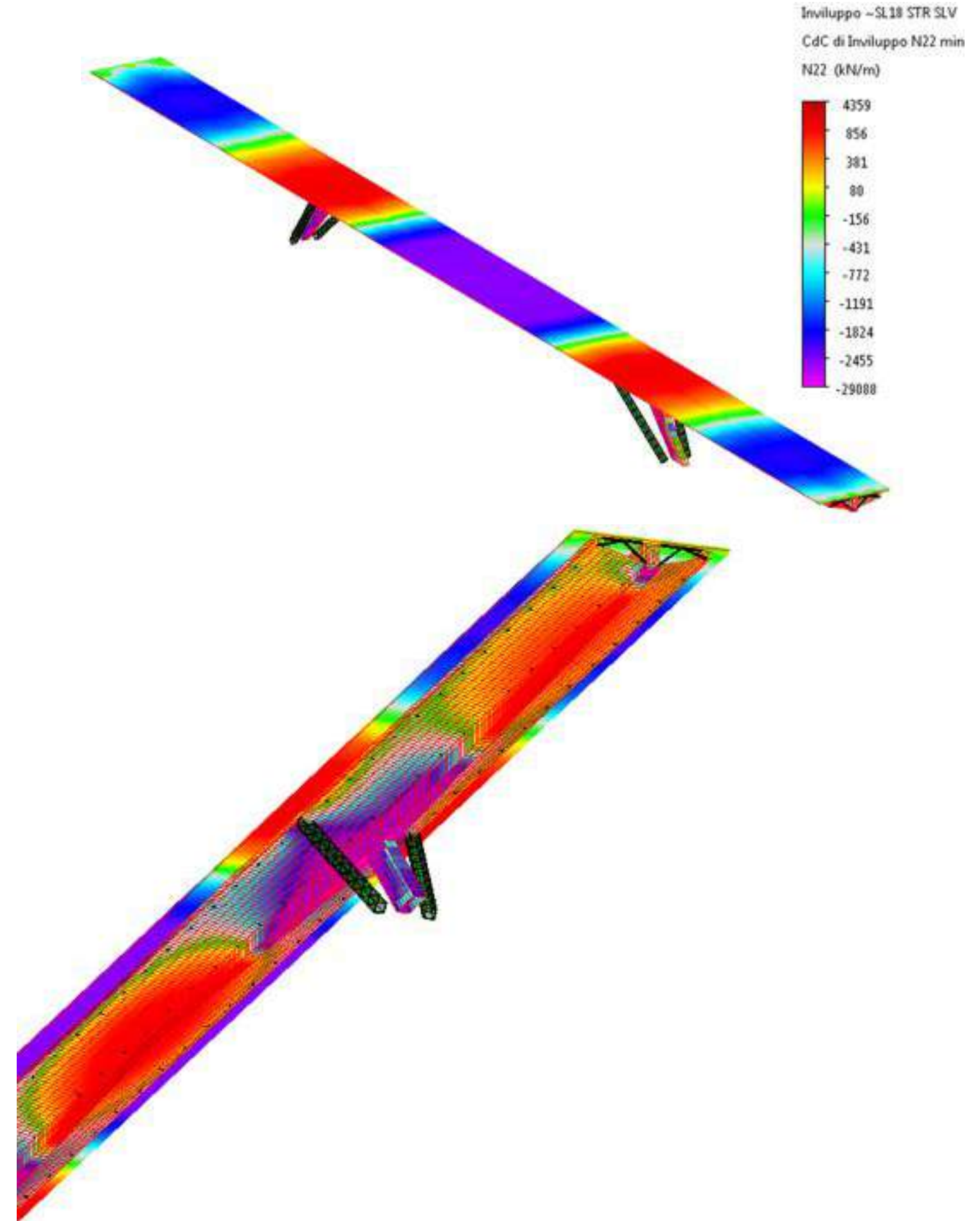
Rispetto ai ponti realizzati interamente in cemento armato, i ponti a sezione mista con cassone chiuso hanno il vantaggio di limitare il più possibile l'estensione delle parti di calcestruzzo che risultano esposte direttamente agli agenti atmosferici. Inoltre la struttura mista acciaio-calcestruzzo, più leggera di una struttura analoga realizzata in cemento armato, grava in misura minore sulle fondazioni: la riduzione delle quantità di materiali utilizzate per i pali di fondazione incide in maniera notevole sui costi finali e presenta una maggiore sostenibilità ambientale.

L'opera proposta può essere realizzata senza predisporre pile in alveo né centine provvisorie, la cui costruzione allungherebbe inevitabilmente i tempi di realizzazione e incrementerebbe i costi. Il cassone metallico può essere portato in sito suddiviso in conci di lunghezza adatta alle esigenze di trasporto – ciascuno dotato di spessori delle flange differenti e ottimizzati sulla base delle sollecitazioni. La costruzione avviene a partire dalle pile, realizzate fuori alveo in regime normale e di media piena, procedendo poi a sbalzo simmetrico per montaggio di conci successivi della sola struttura metallica. Completati a partire da ciascuna pila i due sbalzi simmetrici, si procede alle operazioni di recupero della geometria e dello stato tensionale conseguenti l'avanzamento per conci mediante applicazione di momento in chiusura (mediante azione di martinetti in chiave) e riporto in quota alle estremità (mediante martinetti verticali); si completa



la struttura metallica con la chiusura del concio di chiave e la posa degli appoggi di estremità. Segue, sempre operando dall'alto ovvero percorrendo la struttura metallica con idonei e semplici carri di posa, la posa delle lastre semi-prefabbricate di impalcato (predalles), il successivo getto della soletta e le opere di finitura. L'utilizzo di lastre predalles autoportanti, che non necessitano dunque di cassature orizzontali, serve a ridurre ulteriormente i tempi e i costi di realizzazione, nell'ottica di massimizzare il grado di prefabbricazione. Il procedimento costruttivo così concepito – studiato in maniera tale da limitare le aree espropriate e agevolare le lavorazioni stradali – rappresenta una soluzione estremamente operativa, economica, certa nei tempi e nei costi, libera dalle fluttuazioni del regime fluviale e di minimo impatto ambientale.

Si è eseguito un predimensionamento della struttura – ai sensi delle Norme Tecniche di cui D.M. 17/01/2018 – con l'ausilio di una modellazione agli elementi finiti: questo ha permesso il controllo delle quantità e dimensioni degli elementi, ed una stima preliminare affidabile dei costi di realizzazione, per la valutazione della compatibilità con il budget previsto. Si riportano di seguito alcune immagini del modello strutturale.



1.5 Aspetti stradali, funzionali e impiantistici

Il progetto della nuova viabilità è stato sviluppato tenendo conto delle prescrizioni contenute nel D.M. 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” per strade di categoria C2 e delle richieste contenute nel Documento di Indirizzo alla Progettazione:

- Larghezza delle corsie: 3.50 m;
- Larghezza delle banchine: 1.25 m;
- Velocità di progetto: Vminima 60 km/h - Vmassima 100 km/h;
- Pendenza longitudinale massima: 7%;
- Pendenza trasversale massima in curva: 7%;
- Pendenza trasversale in rettilo: 2.5%;
- Lunghezza minima dei rettili: 150 metri;
- Lunghezza massima dei rettili: 2200 metri;
- Raggio minimo delle curve planimetriche: 400 metri.

In particolare il tracciato, che ha uno sviluppo complessivo di circa 1.2 km, è composto da un rettilo di lunghezza pari a circa 620 metri che si estende come prolungamento dell'asse del ponte, posizionato come indicato nel DIP, al quale seguono due curve di raggio pari, rispettivamente, a 410 metri e 400 metri. Tra due elementi a raggio costante (curve circolari, ovvero rettilo e curva circolare), come richiesto dal D.M. 5/11/2001, sono stati interposti elementi a curvatura variabile, ovvero clotoidi.

Il nuovo tracciato verrà poi collegato alla viabilità esistente tramite la realizzazione di due intersezioni a rotatoria; tale tipologia di intersezione infatti, tra quelle a raso, offre i maggiori vantaggi in termini di fluidità di traffico, sicurezza stradale e riduzione delle emissioni inquinanti.

Nello specifico, le due rotatorie sono caratterizzate da un diametro della circonferenza esterna pari a 45 metri e sono quindi classificabili, nel rispetto del D.M. 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, come rotatorie convenzionali. Il numero e la larghezza degli elementi modulari della rotatoria (corsie della corona giratoria, bracci di ingresso e bracci di uscita) sono quelli previsti nella Tabella 6 del D.M. 19/04/2006. Il posizionamento delle due intersezioni così come dei rami di ingresso e di uscita è avvenuto tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- Contenimento dei movimenti terra attraverso l'individuazione di zone con pendenze del terreno ridotte;
- Adempimento delle verifiche di deflessione delle traiettorie attraverso il mantenimento di idonei angoli di incidenza tra i rami della rotatoria;
- Mantenimento degli accessi ai passi privati e alle strade vicinali, afferenti nell'area di intersezione, mediante utilizzo di intersezioni secondarie sulle strade esistenti in posizione di sicurezza rispetto alla zona in cui verranno realizzate le rotatorie.

Nel rispetto dei criteri sopra esposti la soluzione proposta è pertanto quella che garantisce i migliori standard di sicurezza risultando al contempo anche quella più economica e con il minore impatto sul territorio, riducendo al minimo le modifiche ai tracciati viari esistenti.

La realizzazione dell'intervento porrà, inoltre, le basi per lo sviluppo di diversi percorsi ciclo-pedonali nell'area naturale compresa tra il ponte

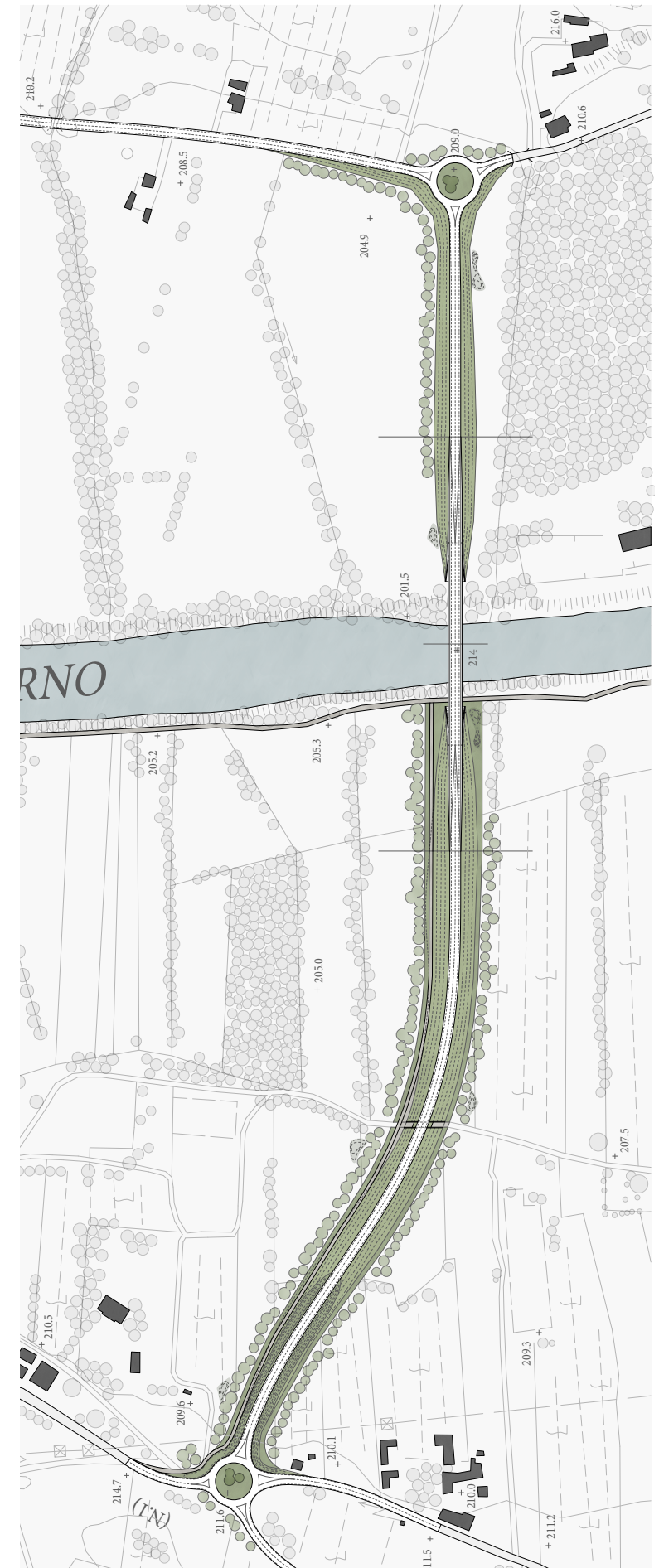
storico e la nuova variante. Infatti il ponte storico sarà utilizzato soltanto con funzione ciclopedonale, mentre il nuovo ponte sarà destinato principalmente al traffico stradale.

Inoltre, nell'ottica di alterare il meno possibile i luoghi, la strada sterrata lungo la sponda sud sarà mantenuta, e il nuovo ponte la scavalcherà mantenendo l'altezza libera minima di normativa per il passaggio.

Sul ponte saranno presenti due camminamenti ad uso manutentivo, posti tra il parapetto esterno e la barriera di sicurezza, di dimensioni adatte a garantire la larghezza di lavoro della barriera. Dal punto di vista costruttivo, la quota altimetrica del nuovo tratto di strada è imposta dalla quota di massima piena del fiume Arno (209.0 m s.l.m. leggermente sopra il valore del livello di portata duecentennale): per evitare allagamenti della strada è inevitabile intervenire con opere in rilevato. L'ingombro in pianta potrà essere ridotto applicando interventi di ingegneria naturalistica, come terre rinforzate o terre armate, finalizzati a incrementare la pendenza delle scarpate: il rapporto costi/benefici dovrà essere valutato anche in relazione ai costi di esproprio dei terreni attraversati. Inoltre, come scelta ecosostenibile, per la realizzazione del rilevato si potrà prevedere anche l'utilizzo di materiale riciclato, ovvero materiale proveniente da costruzione e demolizione (C&D). Nel corpo del rilevato dovranno essere realizzati corridoi di attraversamento, finalizzati sia alla riduzione dell'effetto diga che al passaggio di fauna selvatica, per ridurre l'impatto dell'opera artificiale sull'ecosistema e sull'ambiente.

Le barriere di sicurezza sulla nuova viabilità dovranno essere di categoria H3 o H4; gli ostacoli dietro alla barriera dovranno rispettare la larghezza operativa – definita come la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto e la massima posizione laterale dinamica della barriera stessa –, in modo da consentirne un adeguato funzionamento.

L'illuminazione stradale è prevista soltanto in corrispondenza del ponte e delle rotatorie, evitando tratti stradali in cui non è necessaria, nell'ottica di risparmio ambientale oltre che di riduzione dell'inquinamento luminoso. Per quanto riguarda l'illuminazione sul ponte, sono stati proposti dei fari a LED laterali, brevettati per street lighting, da installarsi sul guard-rail e dotati di caratteristiche fotometriche coerenti con la classe L2L secondo la norma EN 12352:2006.



L'intervento prevede anche l'adeguamento in sede del tratto della S.P. 56 "dello Spicchio" compreso tra l'intersezione con il nuovo tracciato e la S.P. 1 "Setteponti"; in quest'ultimo punto è prevista la realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria a sostituzione dello svincolo esistente.

Per la progettazione dell'intervento di adeguamento in sede, oltre alle prescrizioni contenute nel D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" per strade di categoria C2 è stato tenuto conto delle disposizioni contenute nella bozza "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" del Consiglio Superiore dei LL.PP. del 21/03/06 la quale consente di operare le seguenti deviazioni:

- scelta del valore massimo della velocità di progetto (Vpmax) da assumere all'interno del campo di flessibilità definita nella tabella 1:
- Lunghezza minima e massima dei rettifili;
- Lunghezza minima dello sviluppo delle curve circolari;
- pendenza minima della falda della carreggiata in rettilineo, che potrà assumere valori inferiori a 2,5% fino ad un minimo assoluto di 1,5%, purché vengano contestualmente adottati interventi per la riduzione dello spessore del film d'acqua sulla carreggiata;
- Valore minimo del parametro A delle curve di transizione (clotoidi) con riferimento al criterio ottico;
- Assenza di curve di transizione (clotoidi) per raggi di curve planimetriche superiori a quelli indicati nella tabella 2;

L'intersezione a rotatoria tra la S.P.1 e la S.P.56 è caratterizzata da un diametro della circonferenza esterna pari a 36 metri ed è quindi classificabile, nel rispetto del D.M. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", come rotatoria compatta. Le dimensioni scelte, oltre ad assicurare il rispetto di tutte le verifiche di sicurezza e garantire alti livelli prestazionali, permettono di inserirsi in maniera ottimale nel contesto ambientale di riferimento che risulta fortemente antropizzato: infatti la realizzazione dell'intersezione richiede

la rimozione di una baracca metallica ma consente di salvaguardare tutte le abitazioni.



Tabella 1: Campo di flessibilità nella scelta del valore della Vpmax per il progetto degli interventi di adeguamento delle strade esistenti

Tipo di strada	Denominazione	Vpmax (km/h)
A	Autostrada	110 – 140
B	Strade extraurbane principali	90 – 120
C	Strade extraurbane secondarie	70 – 100
D	Strade urbane di scorrimento	60 – 80
E	Strade urbane di quartiere	40 – 60
F	Strade locali extraurbane	70 – 100
F	Strade locali urbane	40 – 60

Tabella 2

Valore della Vpmax della strada	Valore del raggio delle curve circolari per il quale è possibile omettere l'inserimento di curve di transizione
≤ 60 km/h	≥ 1.900 m
> 60 km/h	≥ 3.500 m

1.6 Aspetti acustici

Dovrà essere garantito il rispetto dei limiti di legge in prossimità dei recettori sensibili maggiormente interessati alla rumorosità indotta dalla futura infrastruttura stradale, ai sensi di quanto indicato all'interno della Legge Quadro n. 447/1995 /articolo 8, comma 2) e del D.P.R. n. 142 del 30/03/2004 recante le “disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”.

Al fine di valutare i livelli di rumorosità indotti dall'intervento oggetto di studio presso i recettori sensibili individuati si provvederà alla creazione di un modello previsionale tramite l'impiego del software SoundPlan Essential 2.0.

SoundPLAN si basa sul modello del ray tracing ed è in grado di calcolare la propagazione del rumore emesso da sorgenti di tipo puntuale, lineare o areale in tutto lo spazio circostante; il risultato del calcolo è il livello sonoro complessivo dovuto a tutte le sorgenti, con la possibilità di distinguere i contributi delle singole sorgenti o di gruppi di sorgenti, su una predeterminata griglia di punti.

Lo sviluppo di un modello acustico è realizzato seguendo le fasi di seguito elencate:

- caratterizzazione geografica del territorio (fase ante operam);
- definizione e localizzazione dei recettori (fase ante operam);
- validazione del modello acustico sulla base di un campagna di rilievi fonometrici (sia di

breve periodo che di lungo periodo) effettuata al fine di caratterizzare acusticamente l'area in condizioni ante operam;

- definizione e localizzazione della nuova viabilità, nonché dei flussi veicolari stimati allo stato futuro (fase post operam);
- esecuzione dei calcoli per la modellazione post operam.

Nelle analisi previsionali sarà utilizzato lo standard NMBP ROUTES (aggiornamento 2008) “Nouvelle Methode de Prevision de Bruit” per le sorgenti da traffico veicolare, in conformità agli indirizzi contenuti nelle norme UNI 11143-1 “Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità” e UNI 11143-2 :2005 “Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale”.

I metodi previsionali impiegati avranno l'obiettivo di seguire anche le indicazioni contenute nel report del progetto CNOSSOS-EU “Common Noise Assessment Methods in Europe” – “Metodi comuni per la valutazione del rumore in Europa”.

Saranno valutati i limiti di rumorosità, presso i recettori sensibili individuati, indotti dalla nuova infrastruttura viaria, verificando il rispetto dei limiti indicati all'interno del D.P.R. n. 142/2004 per le strade di nuova realizzazione, all'interno della fascia di pertinenza indicata all'interno del medesimo riferimento legislativo.

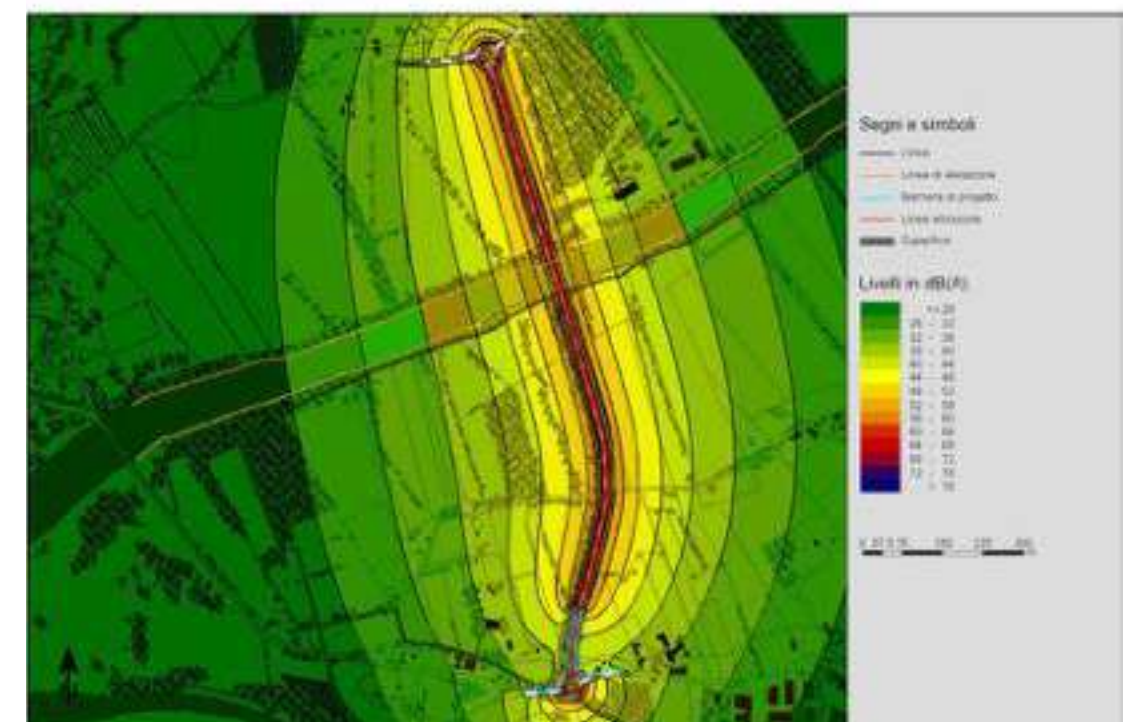
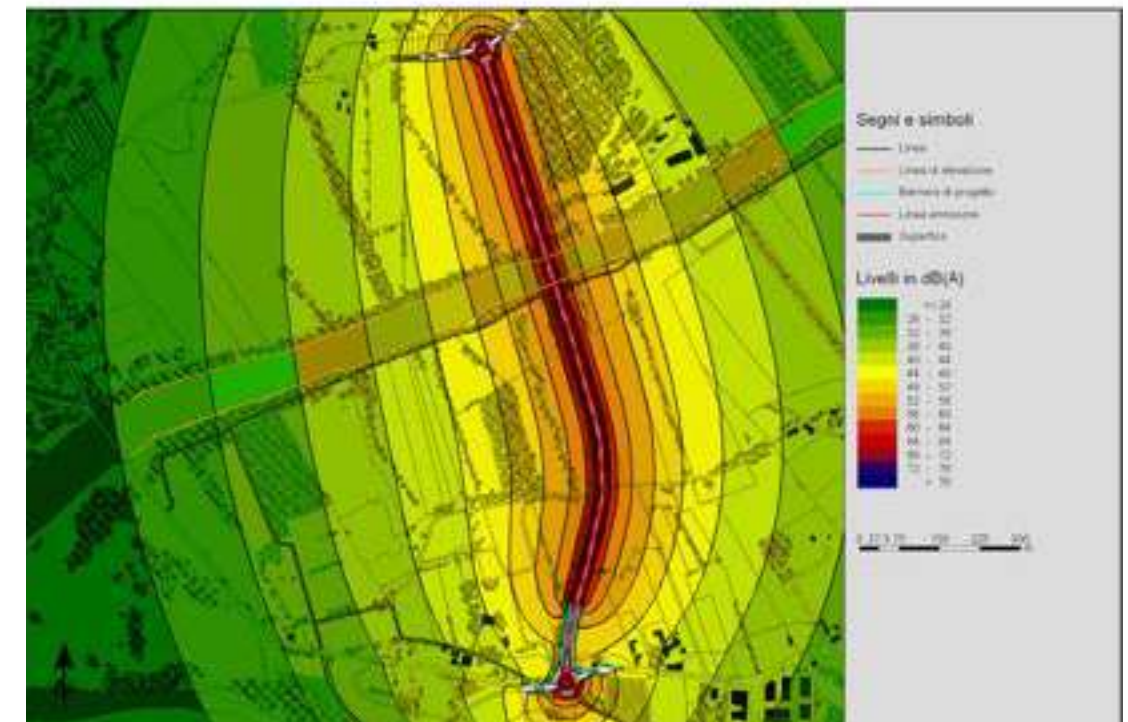
All'esterno di tale fascia di pertinenza sarà verificato il rispetto dei limiti come definiti dalla clas-

sificazione acustica del territorio.

In caso di superamento di tali limiti sono state previste opportune opere di mitigazione sulla sorgente lungo la via di propagazione del rumore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili.

Nell'immagine 1 seguente si riporta una simulazione software con mappatura acustica relativa al periodo diurno.

Nell'immagine 2 seguente si riporta una simulazione software con mappatura acustica relativa al periodo notturno.



1.7 Aspetti idraulici

Poiché il ponte interessa un corso d'acqua, il progetto dovrà essere corredato da uno studio di compatibilità idraulica.

Mediante una ricerca di archivio è emerso che la quota di massima piena di progetto, caratterizzata da un tempo di ritorno $Tr = 200$ anni, del fiume Arno proprio in corrispondenza del nuovo ponte è pari all'incirca a 208.8 m s.l.m. (stima cautelativa). Pertanto la nuova strada deve mantenersi a una quota superiore di circa 20 cm, mentre il ponte deve rispettare un franco idraulico di sicurezza come specificato al §5.1.2.3 delle Norme Tecniche di cui D.M. 17/01/2018: non inferiore a 1.5 m, da assicurarsi per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

In questa fase si è eseguito un calcolo idraulico semplificato in moto monodimensionale permanente, al fine di valutare gli effetti del nuovo ponte sul deflusso del fiume Arno.

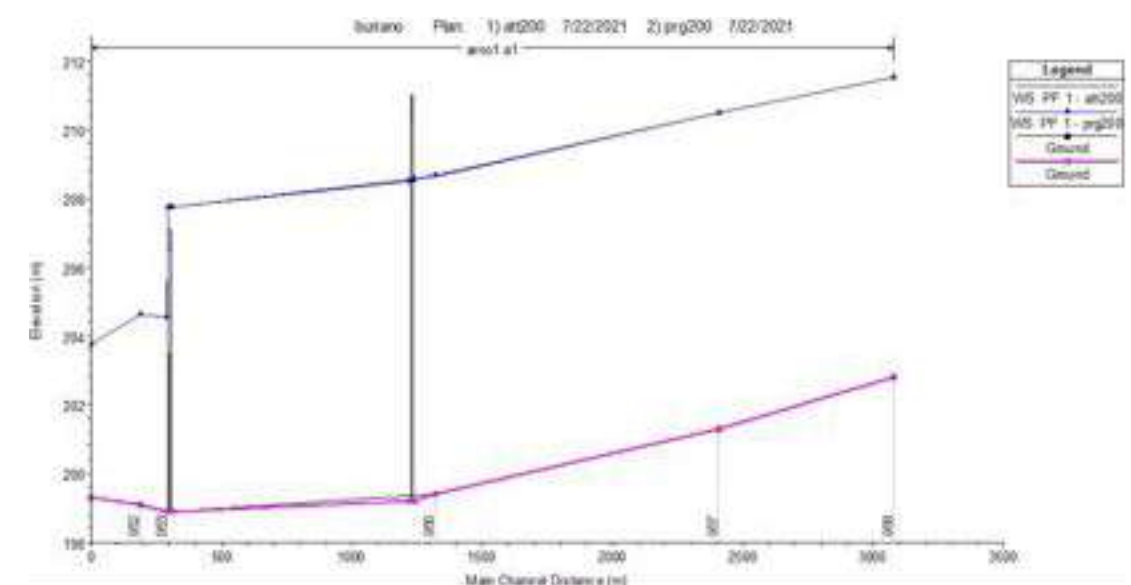
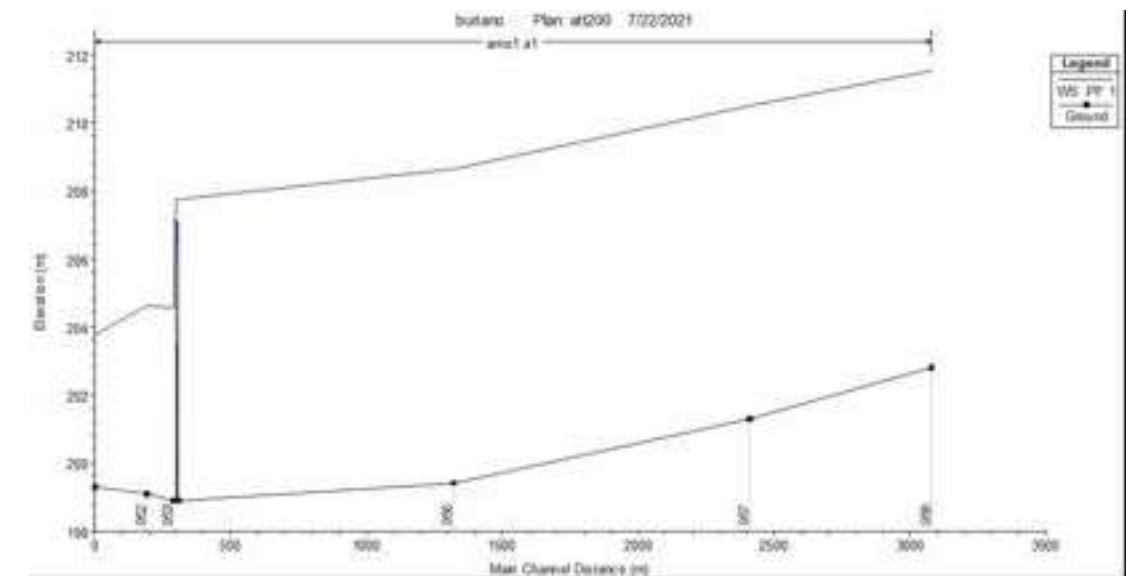
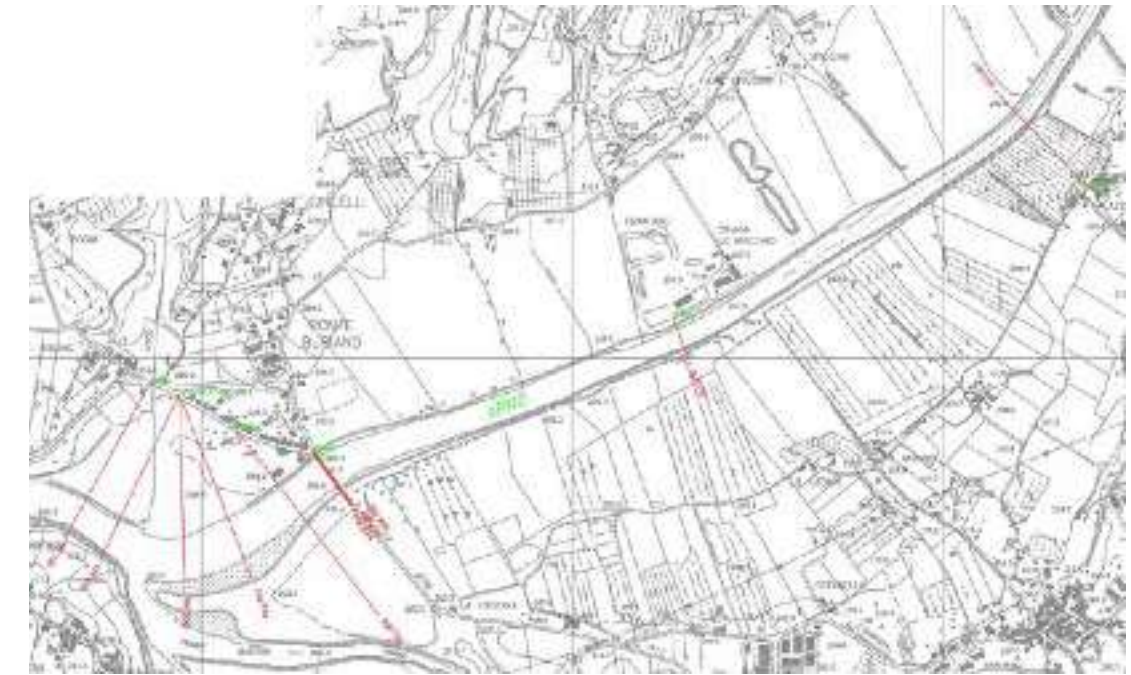
Il nuovo ponte si troverebbe circa 855 m più a monte rispetto al ponte storico di Buriano.

Nell'immagine a lato si riporta una planimetria con l'indicazione delle sezioni del fiume Arno da 950 a 957.

Il profilo longitudinale del fiume Arno allo stato attuale, per $Tr=200$ anni e $Q_{ma}=1900$ mc/s, risulta nell'immagine 1.

Allo stato di progetto, ovvero in seguito all'inserimento del nuovo ponte a valle della sezione 956, non si hanno variazioni del profilo a monte. Questo è evidente nell'immagine 2, nella quale si mostra lo stato sovrapposto (per $Tr=200$ anni e $Q_{ma}=1900$ mc/s).

Poiché il nuovo ponte non induce variazioni sulla quota di massima piena, si può confermare la sezione di progetto. Al fine di rendere trasparente dal punto di vista idraulico anche il rilevato stradale – che collegherà il nuovo ponte alla viabilità esistente – dovranno essere inseriti degli scatolari di dimensioni 2 m x 1 m posti a un interasse di 15 m (o sezione equivalente).



1.8 Aspetti geologici

Dal punto di vista geomorfologico, l'intervento ricade nella valle alluvionale del fiume Arno, in ambo i lati del corso d'acqua in parola. La conformazione è pianeggiante. I valori clivometrici sono sub-orizzontali e sempre contenuti sotto i 5°. Le altimetrie, riferite al livello del mare, oscillano attorno ai +200÷205 m. Il sito è raggiungibile tramite la viabilità locale, sia in destra che in sinistra del Fiume Arno. Il fiume Arno scorre entro argini – di origine antropica – attuati in difesa di fenomeni esondativi. Gli argini sono in buono stato di conservazione: allo stato attuale non si evidenziano fenomeni gravitativi e/o di erosione. Relativamente agli aspetti geologici, espletate alcune rilevazioni superficiali e controllata la cartografia geologica posta a corredo dello strumento urbanistico comunale, si specifica che i terreni afferenti all'intervento appartengono ai depositi alluvionali del Fiume Arno. La cronologia è inquadrabile nel periodo olocenico (0.0117 milioni di anni fa). Trattasi di sedimenti sciolti imputabili alla fase deposizionale dell'Arno allorché esso, nei tempi geologici passati, scorrendo a quote superiori alle attuali, colmava antiche depressioni depositando quanto prima eroso. La granulometria è quella tipica dei depositi fluviali con fuso esteso dalle argille alle ghiaie. Gli orizzonti a granulometria più grossolana (ghiaia) vanno progressivamente incrementandosi avvicinandosi all'attuale letto di scorrimento. La stratificazione risente dell'ambiente sedimentario evidenziando forme lenticolari. I depositi alluvionali, di spessore oltre 50 m, ricoprono un bedrock geotutturalmente ascrivibile alle unità mioceniche della serie toscana. Tali depositi non evidenziano più alcuna dipendenza dalla

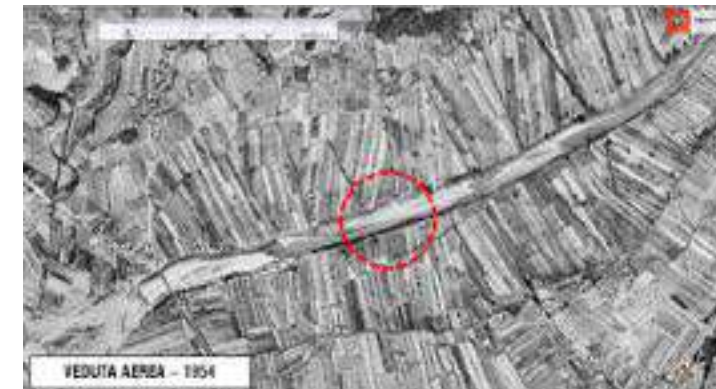
dinamica fluviale alla quale sono collegati.

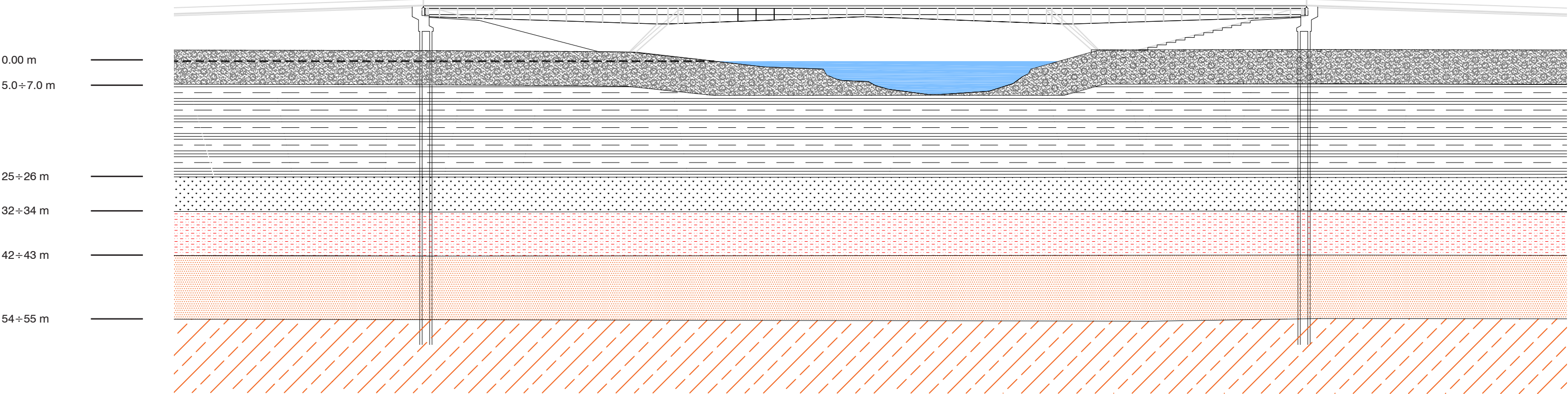
Nell'ottica di eseguire una analisi morfodinamica storica-evolutiva, si riportano i fotogrammi disponibili in rete dal 1954 al 2019.

L'analisi dei fotogrammi evidenzia che:

- le trasformazioni sono riconducibili all'attività antropica;
- l'alveo dell'Arno non ha subito significativi spostamenti;
- Le erosioni presenti nella spalla destra del ponte storico di Buriano (1954 e 1978) sono state impedito con interventi di difesa spondale;
- le strutture abitative ed i tracciati stradali non evidenziano problematiche di ordine statico, o fenomenologie che possano far pensare a movimenti gravitativi in atto.

Per quanto riguarda la situazione stratigrafica, l'acquisizione di dati derivanti da precedenti studi ha reso possibile la ricostruzione di larga massima del modello stratigrafico di sito secondo 6 unità.





UNITÀ	DA (M)	A (M)	LITOLOGIA
A	0.00	6.0 ÷ 7.0	Sabbie limose e/o ghiaie sabbiose
B	6.0 ÷ 7.0	25.0 ÷ 26.	Argille limose, Argille con frustoli carboniosi
C	25.0 ÷ 26.0	32.0 ÷ 34.0	Torba in matrice argillosa
D	32.0 ÷ 34.0	42.0 ÷ 43.0	Argille limose, Argille con frustoli carboniosi
E	42.0 ÷ 43.0	54.0 ÷ 55.0	Sabbia fine limosa
F	54.0 ÷ 55.0	60 m ed oltre	Siltiti ed argilliti scagliose

restituirà la deformata relativa alle misurazioni effettuate. Il monitoraggio continuo ha un costo non trascurabile di noleggio sensori, gestione software/hardware e controllo dei risultati da parte di un team di tecnici specializzati; tuttavia tale costo può essere ammortizzato nel lungo termine sotto forma di prevenzione dei problemi e loro risoluzione prima che siano visibili senza l'ausilio di strumentazioni.

1.9 Gestione e manutenzione dell'infrastruttura

Per quanto riguarda la manutenzione dell'intera infrastruttura, si è altrove specificato come la scelta della tipologia strutturale del ponte e la scelta dei materiali – strutturali, stradali e di finitura – siano finalizzate alla riduzione dei problemi di durabilità, abbattendo i costi di manutenzione.

In particolare, i maggiori problemi che possono riguardare una strada sono le caratteristiche superficiali (regolarità, rugosità e ridotta rumorosità) e le caratteristiche di portanza del sottofondo (rigidezza e resistenza dei diversi strati). Soprattutto per la seconda tipologia di problemi – per la risoluzione dei quali sono necessari interventi profondi, onerosi oltre che fortemente disturbanti nei confronti del traffico veicolare – è importante la costruzione a regola d'arte: per questo motivo, in aggiunta all'esecuzione di un progetto che, a fronte di un esiguo aumento dei costi, garantisca una durabilità maggiore, assume particolare rilevanza anche la fase di direzione lavori, da effettuarsi con controlli periodici e frequenti durante la costruzione. Negli anni successivi alla costruzione, l'infrastruttura deve essere regolarmente controllata secondo le indicazioni riportate nel piano di manutenzione, redatto dal progettista in occasione del progetto esecutivo, rispettando le metodologie e gli intervalli temporali prescritti. In caso di esito negativo su uno o più controlli, è consigliabile intervenire il prima possibile, in modo da evitare la propagazione del danno.

Relativamente alla gestione della struttura del ponte dopo la sua costruzione, si dovrà fare riferimento alle “Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti”: in

particolare, per i ponti progettati e costruiti secondo le attuali Norme Tecniche delle Costruzioni, risulta rilevante il Capitolo 7 delle Linee Guida – “Sistema di sorveglianza e monitoraggio” –, il quale riporta le indicazioni, i criteri ed i requisiti minimi delle procedure da adottarsi per pianificare ed effettuare le attività di gestione della sicurezza strutturale (quali sorveglianza, controllo, ispezione e monitoraggio) dei ponti esistenti, in maniera uniforme per tutto il territorio nazionale. Tali Linee Guida specificano che “la conduzione di attività ispettive ed il dispiegamento di sistemi di monitoraggio strumentale non esime i gestori dalla sorveglianza continua e capillarmente diffusa che il personale di esercizio deve compiere, anche in modo non formalizzato, mediante l'osservazione di eventuali danneggiamenti, anomalie o malfunzionamenti delle strutture, dei dispositivi ausiliari e dell'ambiente che le circonda, segnalando le situazioni significative ai responsabili della gestione ed espletando, ove possibile, le necessarie azioni di presidio e correttive in regime di automanutenzione continua”. Sulla base delle indicazioni contenute nelle stesse Linee Guida, emerge che è comunque raccomandabile l'adozione di una strategia di monitoraggio continuo con sistemi installati permanentemente: nel caso di ponti di nuova costruzione, il costo per la predisposizione al monitoraggio permanente è esiguo rispetto a quello per l'applicazione in un momento successivo. Per questo motivo, si consiglia anche in questo caso la predisposizione di 6-10 sensori inclinometrici wireless – esistono sistemi con durata delle batterie superiori a 10 anni – che misurino in tempo reale o a intervalli regolari le rotazioni delle sezioni: un algoritmo automatico

2 Descrizione dei materiali proposti, anche in relazione ad aspetti manutentivi

La soluzione proposta per la struttura del nuovo ponte è a sezione mista acciaio-calcestruzzo, con parte metallica a cassone e soletta collaborante.

Rispetto ai ponti realizzati interamente in cemento armato, i ponti a sezione mista con cassone chiuso hanno il vantaggio di limitare il più possibile l'estensione delle parti di calcestruzzo che risultano esposte direttamente agli agenti atmosferici, in modo da rallentare i processi di danneggiamento e deterioramento quali carbonatazione, espulsione del copriferro e corrosione delle armature. Grazie a questo, la soletta richiede scarsi interventi di manutenzione nel tempo. La durabilità può essere ulteriormente incrementata scegliendo un calcestruzzo ad alta classe di resistenza, con copriferro e rapporto acqua/cemento adeguati, e con additivi appositi per la classe di esposizione definita secondo UNI EN 206-1.

Per quanto riguarda la tipologia di acciaio da carpenteria, la soluzione migliore consiste senz'altro nell'utilizzare acciaio di classe strutturale S355 – che garantisce la maggiore resistenza meccanica, a fronte di un aumento esiguo dei costi rispetto a acciai di classe inferiore – e di tipologia COR-TEN. L'auto-passivazione dell'acciaio conferisce al materiale un effetto estetico e protettivo, che rende la struttura metallica del tutto insensibile alla corrosione atmosferica: questo aspetto permette praticamente di azzerare i costi di manutenzione, senza comprometterne in alcun modo la durabilità. L'alternativa, ovvero l'acciaio protetto mediante verniciatura, richiederebbe costi di manutenzione periodici molto elevati, anche a causa della scarsa accessibilità delle superfici.

Per incrementare la durabilità del manto stradale, le fasi realizzative dovranno essere organizzate in modo da garantire la messa in opera dei materiali nelle migliori condizioni climatiche evitando, ad esempio, i periodi dell'anno particolarmente piovosi per la messa in opera delle terre o eccessivamente freddi per la messa in opera dei conglomerati bituminosi. Inoltre, in corrispondenza delle rotatorie e dei rami di accesso, laddove la pavimentazione stradale è soggetta a basse velocità e maggiori sollecitazioni di tipo tangenziale e quindi a maggiore usura e ammaloramenti, la durabilità della pavimentazione può essere ulteriormente migliorata mediante l'utilizzo di idonei strati di fondazione, ad esempio in misto cementato, e l'utilizzo di leganti modificati nello strato di usura.

Per quanto riguarda la pietra dei parapetti, si è scelto la Pietra Macigno. La sua formazione geologica appartiene alla Serie Toscana e risale all'Oligocene (circa 30 milioni di anni fa); si presenta in cava con un'alternanza di potenti strati di arenaria a formazione compatta, di colore grigio verde, con spessore di alcuni metri, e di sottili strati arenaceo-pelitici; non è geliva e non presenta falde che possono provocare lo sfogliamento.

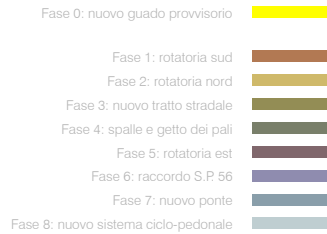
La scelta e l'approvvigionamento dei materiali dovranno anche tenere conto dei Criteri Ambientali Minimi secondo il D.M. 11/10/2017:

- Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati; di tale percentuale, almeno il

5% deve essere costituita da materiali non strutturali;

- I calcestruzzi devono essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato di almeno il 5% sul peso del prodotto;
- Per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato, come definito dalla stessa norma;
- Prima degli scavi, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato nelle opere a verde;
- Per i rinterri, deve essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1; per i riempimenti con miscela di materiale betonabile deve essere utilizzato almeno il 50% di materiale riciclato;
- Deve essere ridotta il più possibile la distanza di approvvigionamento dei materiali da costruzione, privilegiando inoltre – se possibile – fasi di trasporto via ferrovia.

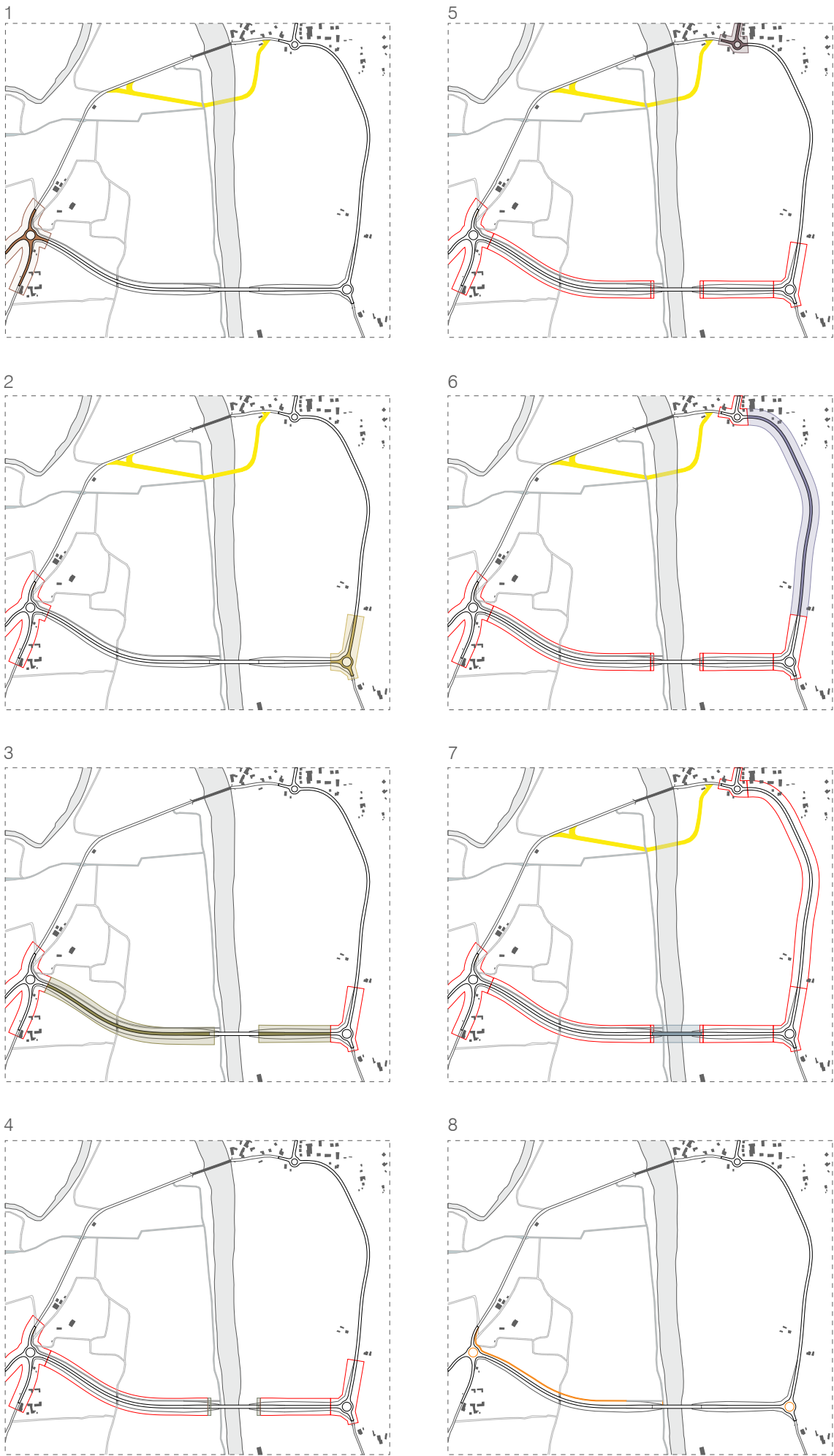
Fasi funzionali e aree di cantiere



3 Descrizione delle varie fasi realizzative in relazione all’ottimizzazione della gestione delle fasi stesse

Come evidenziato dal cronoprogramma dei lavori, la realizzazione delle nuove rotonde e delle nuove strade (finiture escluse) deve essere propedeutica alla costruzione del ponte, in modo da utilizzare le nuove infrastrutture già in fase di cantiere, evitando reti d’accesso provvisorie. Le finiture sulle rotonde potranno essere messe in opera già in questa fase, in modo da consentire la riapertura al traffico delle strade esistenti. A seguito della realizzazione dei pali di fondazione è necessario attendere almeno 28 giorni dopo il getto per eseguire le prove di carico in corso d’opera, previste obbligatoriamente dal §6.4.3.7.2 delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018. In tale intervallo di tempo, non potendo proseguire con la costruzione del ponte, si può procedere con l’adeguamento della strada esistente, in modo che sia terminato (finiture escluse) prima dell’inizio della costruzione del ponte: allo stato attuale tale strada non è adatta al transito di trasporti eccezionali, motivo per cui la realizzazione del ponte prima dell’adeguamento della strada comporterebbe complicazioni nella viabilità di accesso al cantiere. In contemporanea alla costruzione del ponte, che richiederà circa 9 mesi, possono essere realizzate la pista ciclabile e, a seguire, finiture e barriere stradali. Terminato il ponte, si può concludere la messa in opera di finiture, barriere, rivestimenti anche in corrispondenza del ponte stesso; nel frattempo possono essere messi in opera i pali di illuminazione rimanenti e i fari LED sul ponte. Infine, si possono eseguire contemporaneamente – poiché le due operazioni non interferiscono tra loro – le sistemazioni a verde e la posa

della segnaletica stradale orizzontale e verticale, mentre si concludono le operazioni di collaudo strutturale del ponte. Nelle immagini seguenti si riportano le principali fasi realizzative, mostrando in rosso le opere già realizzate e funzionanti: si evince che la viabilità verrà garantita in ogni fase.



4 Soluzioni progettuali e/o tecnologiche con principi legati alla sostenibilità ambientale

Il paesaggio su cui insiste il progetto si caratterizza per una fitta maglia agraria ricca di siepi e filari alberati, che sono fondamentali alla sopravvivenza di una biodiversità vegetale e faunistica che viene tutelata dalla stessa Riserva naturale Ponte a Buriano e Penna (ZSC). Nel paesaggio rurale, come sottolineato anche dal PIT, l'utilizzo di filari lungo i campi coltivati è strettamente legato al paesaggio agricolo mosaicato. Infatti la loro presenza si ripercuote immediatamente sulla qualità del paesaggio, in particolare quello planiziale che resta più variato, riprendendo spesso gli antichi connotati storici tipici di una maglia agraria fitta, ricca di elementi lineari (siepi e filari) a delimitare i margini dei campi e a tutelare il reticolo idrico minore. L'alternanza di boschi, stadi di degradazione arbustivi e alcune aree aperte, favorisce la presenza di specie ornitiche nidificanti rare e minacciate. I corsi d'acqua, seppur di modesta portata, scorrono in aree a buona naturalità e relativamente indisturbate e presentano una fauna ittica ben conservata, tra cui troviamo numerosi invertebrati endemici e localizzati. Con la riduzione delle attività antropiche tradizionali e l'urbanizzazione di quest'area, il maggiore rischio per questo paesaggio così delicato, nel medio-lungo periodo, è una riduzione dell'eterogeneità degli spazi agricoli ed una interruzione dei corridoi ecologici che oggi permettono il passaggio della fauna attraverso i diversi ambiti territoriali. Obiettivo del progetto è stato appunto l'integrazione cospicua di fasce arboree ed arbustive, di specie endemiche (Quercus robur, Populus alba, Ulmus minor, Populus nigra, Alnus glutinosa, Salix alba), che permettano la creazione

di un nuovo importante corridoio ecologico di collegamento nel sistema agricolo esistente. I filari alberati, che si dispongono lungo i margini del nuovo tratto stradale che conduce al ponte intersecandosi con quelli già presenti, potranno così strutturarsi negli anni, come luoghi di nidificazione, sosta o riparo per la fauna ornitologica e per i piccoli mammiferi, aumentando notevolmente la permeabilità ecologica di questo ecosistema. Inoltre, permetteranno un'azione insostituibile di depurazione delle acque e di intercettazione del particolato prodotto dal traffico veicolare. La fascia arbustiva sarà formata da una siepe discontinua di arbusti di specie diverse, endemiche o naturalizzate (Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Cytisus scoparium, Euonymus europaeus, Ligustrum vulgare, Prunus spinosa, Rosa canina, Sambucus nigra, Viburnum opulus), di altezza da 1 a 3 metri, che andrà ad interrompere le scarpate presenti lungo tutto il tratto di strada sopraelevata. Questa tipologia di intervento, oltre a migliorare la tenuta dei terreni in pendenza, permetterà di godere durante tutto l'anno di una serie di fioriture e colorazioni sgargianti ai margini della strada e della pista ciclabile attigua, servirà in minima parte ad abbattere l'impatto acustico del traffico veicolare, e infine sarà utilizzata da piccoli animali quali porcospini, scoiattoli, ed uccelli come riparo e approvvigionamento di semi e bacche. Per evitare il rischio di incidenti a causa del rischio di attraversamento della fauna, può essere prevista, all'interno della suddetta fascia arbustiva l'inserimento di una rete di protezione per animali selvatici, che non sarà quindi visibile né dalla strada né dalla ciclabile sottostante. Il paesaggio dalla fauna tra i due ambiti Est ed Ovest,

Palette stagionali

	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov
Crataegus monogyna												
Cornus sanguinea												
Rosa canina												
Viburnum opulus												
Cytisus scoparius												
Prunus spinosa												
Euonymus europaeus												
Ligustrum vulgare												

separati dal nuovo tratto stradale, sarà mantenuto attraverso l'utilizzo di scatolari idraulici che assolveranno sia alla funzione di deflusso delle acque in caso allagamento, sia di veri e propri sottopassaggi per animali.

Al di sotto dei filari alberati, che proteggeranno la pista ciclabile dal sole nei mesi più caldi, è stata prevista una “striscia di impollinazione”, che si configura come una sottile fascia di vegetazione erbacea in cui vi è una forte presenza di fioriture durante tutto l’anno, e che assolve primariamente alla necessità di garantire alle api e a moltissimi altri insetti, benefici tra cui l’habitat ideale per la riproduzione e il nutrimento. Le specie selezionate dovranno presentare una buona adattabilità alle caratteristiche del clima e del suolo locali e dovranno garantire fioriture scalari, in modo da produrre nettare e polline durante buona parte dell’anno, e dovranno essere sfalciate una sola volta nel periodo autunnale. Le strisce di impollinazione rappresentano una vera e propria riserva di biodiversità, importantissima specialmente per gli ecosistemi agricoli o inquinati; queste “riserve di biodiversità” assolvono a numerose funzioni ambientali, creando habitat idonei per l’entomofauna, e realizzando un elemento di transizione tra ambienti diversi (ecotono).

All’interno delle fasce d’impollinazione saranno disposti sistemi di raccolta delle acque superficiali, come piccoli canali inerbiti e lievi depressioni che possano raccogliere grandi quantità di acqua in caso di eventi meteorologici eccezionali.

Il progetto ha infatti voluto porre l’attenzione anche al trattamento delle acque meteoriche. Con un sistema superficiale, che permette il trattamento e il filtraggio da parte di specie erbacee e dal terreno stesso, le acque avranno la possibilità di essere assorbite per percolazione, senza sovraccaricare questo paesaggio di sistemi sotterranei canalizzati, che riducono la qualità delle acque e inibiscono la creazione di ambienti umidi. Zone umide temporanee svolgono essenziali servizi ecosistemici, come la regolazione dei flussi idrologici, la depurazione delle acque di prima pioggia, la mitigazione dei cambiamenti climatici, la tutela di anfibi e uccelli.

Per quanto concerne invece la vegetazione nelle rotatorie presenti, il progetto prevede la realizzazione di un arco di cerchio costituito da arbusti dal grande effetto scenico in primavera e autunno. Saranno comunque utilizzate specie autoctone per aumentare il valore ecologico, nonostante la maggiore urbanizzazione di questi spazi. Lo sviluppo dei volumi degli arbusti in basso sarà bilanciato da uno o più alberi, che potranno facilitare l’orientamento degli autisti già metri prima dell’ingresso all’interno della rotatoria.

Infine, l’intero processo di progetto e realizzazione dovrà tenere conto dei Criteri Ambientali Minimi, in accordo con il D.M. 11/10/2017 (aggiornamento del D.M. 24/12/2015):

- il progettista deve presentare un piano inerente la “fine vita” del manufatto in cui sia presente l’elenco di tutti i materiali e elementi che possono essere in seguito riutilizzati o riciclati, con l’indicazione del relativo peso (almeno il 50% dei componenti, esclusi gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile; di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali);
- il personale impiegato nel cantiere deve essere formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere (gestione delle polveri, gestione acque e scarichi, gestione dei rifiuti);
- la scelta e l’approvvigionamento dei materiali da costruzione e da rinterro devono essere tali da garantire una certa percentuale di materiale riciclato, e possibilmente proveniente da luoghi vicini al sito;
- non devono essere impiegati materiali pericolosi per l’ambiente e per la salute;
- deve essere previsto l’impiego di materiali drenanti per le superfici pedonali e ciclabili, nell’ottica del mantenimento della permeabilità dei suoli;
- i sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza, e devono essere previsti solo dove necessari (sia per risparmio energetico che per riduzione dell’inquinamento luminoso);

ZONE UMIDE

MANUTENZIONE

1 volte l’anno

FAUNA PREVISTA



VALORE ECOLOGICO



Specie erbacee

Filipendula ulmaria
Iris pseudacorus
Juncus effusus
Lythrum salicaria
Myosotis palustris
Myriophyllum spicatum

Phalaris arundinacea
Phragmites australis
Poa palustris
Schoenoplectus lacustris
Stipa capillata
Typha spp.

Alberi

Alnus glutinosa
Salix alba
Ulmus minor



FASCIA ARBUSTIVA IN SCARPATA

MANUTENZIONE

2 volte l’anno

FAUNA PREVISTA



VALORE ECOLOGICO



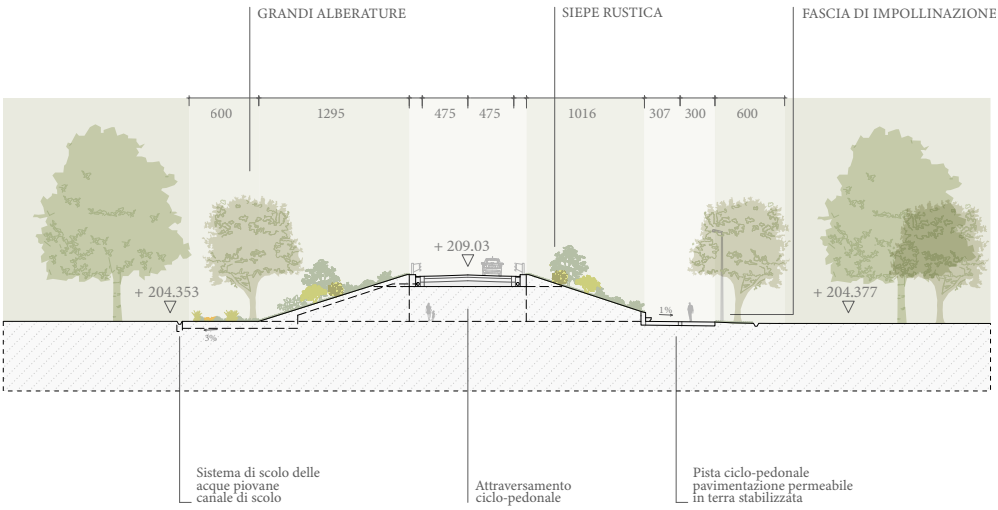
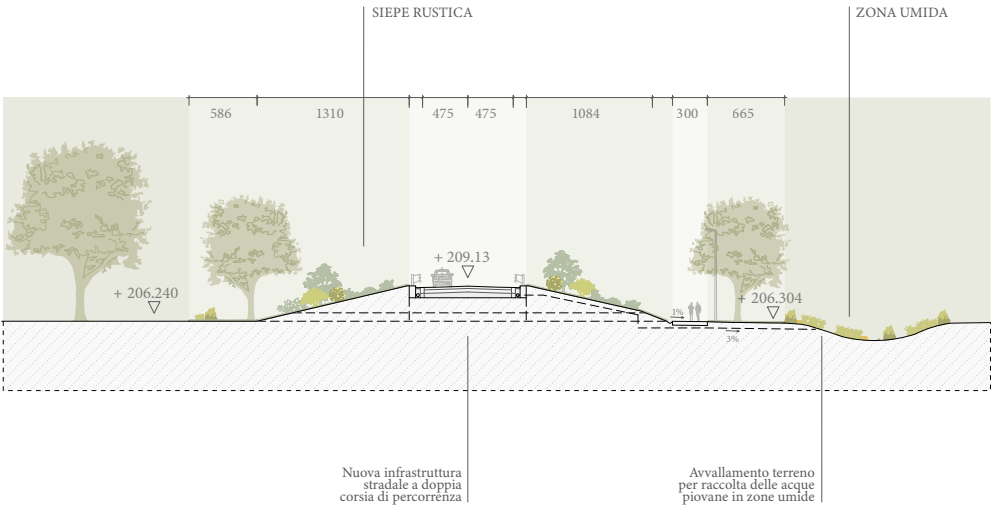
Specie arbustive

Cornus sanguinea
Crataegus monogyna
Cytisus scoparium
Euonymus europaeus
Ligustrum vulgare

Prunus spinosa
Rosa canina
Sambucus nigra
Viburnum opulus

Piccoli alberi

Acer campestre
Malus sylvestris
Prunus padus
Pyrus pyraister



ROTATORIE

MANUTENZIONE

8 volte l'anno

FAUNA PREVISTA



VALORE ECOLOGICO

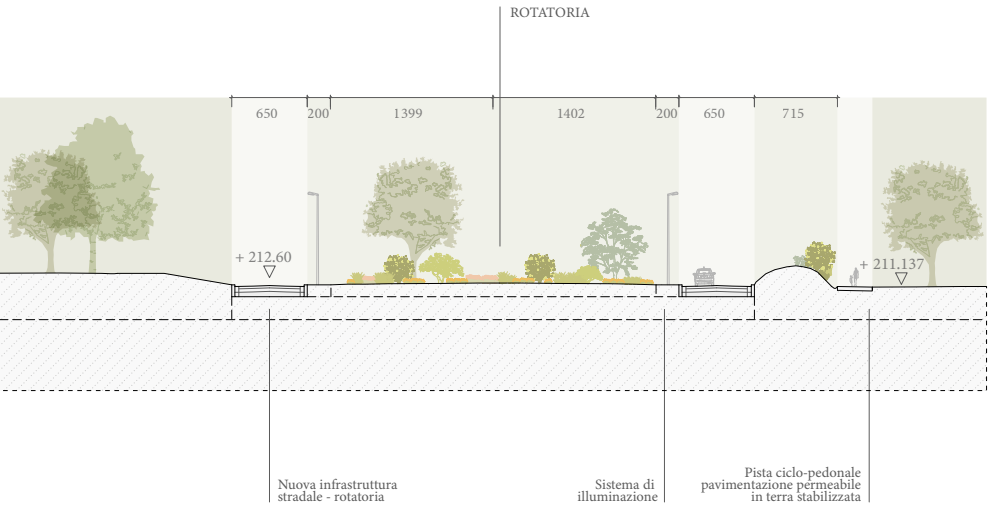


Specie arbustive

Cornus mas
Cytisus scoparius
Miscanthus sinensis
Vitex Agnus-Castus
Viburnum opulus

Alberi

Fraxinus ornus
Malus sylvestris
Prunus padus
Pyrus pyraister



FASCIA DI IMPOLLINAZIONE

MANUTENZIONE

2 volte l'anno

FAUNA PREVISTA



VALORE ECOLOGICO

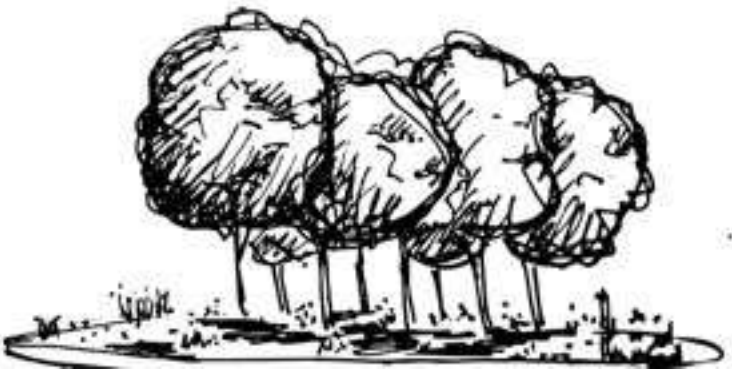
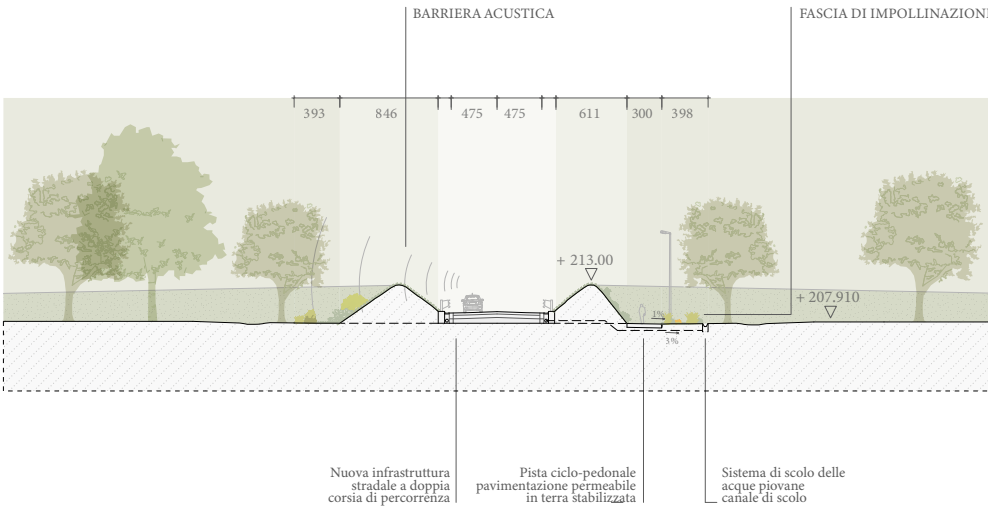


Specie erbacee

Achillea millefolium
Aubretia hybrida
Agrostemma githago
Bellis perennis
Borrago officinalis
Calendula officinalis
Centaurea cyanus

Cerastium tomentosum
Lathyrus odoratus
Linum grandiflorum
Lobularia maritima
Lunaria biennis
Malcomia maritims
Malva sylvestris

Myosotis Alpestris
Nigella sativa
Papaver rhoeas
Phacelia campanularia
Saponaria ocymoides
Trifolium fragiferum
Viola tricolor





CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI																																												
								settimane lavorative																																				
	categorie di lavoro			Importo	incid. manodopera	num. squadre	uomini / squadra	durata presunta (settimane)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
	Allestimento cantiere / Smontaggio cantiere																																											
1	Nuove roatorie			€ 1.001.972	40%	2	10	17				€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940	€ 58.940																
2	Nuove strade			€ 1.965.032	40%	2	10	33				€		€	€															€ 59.546	€	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	
3	Pali fondazione ponte			€ 396.750	30%	2	5	10																																				
4	Adeguamento strada esistente			€ 722.143	40%	2	10	13																																				
5	Ponte			€ 3.509.053	25%	2	10	37																																				
6	Pista ciclabile			€ 107.944	35%	1	5	7																																				
7	Finiture, barriere, rivestimenti			€ 495.686	20%	2	5	9																																				
8	Impianti - illuminazione			€ 138.300	15%	2	5	2																																				
9	Sistemazioni verde			€ 103.030	50%	2	5	5																																				
10	Segnaletica			€ 146.298	45%	2	5	6																																				
11	Oneri sicurezza			€ 343.448	---			127	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	
									€ 2.704	€ 5.409	€ 8.113	€ 69.757	€ 131.401	€ 193.044	€ 254.688	€ 316.352	€ 377.976	€ 439.620	€ 501.264	€ 562.907	€ 624.551	€ 686.195	€ 747.839	€ 809.483	€ 871.127	€ 932.770	€ 994.414	€ 1.056.058	€ 1.118.309	€ 1.180.560	€ 1.242.810	€ 1.305.061	€ 1.367.312	€ 1.429.562	€ 1.491.813	€ 1.554.064	€ 1.616.315	€ 1.678.565	€ 1.740.816	€ 1.803.067	€ 1.865.317			
	Importi progressivi								€ 2.704	€ 5.409	€ 8.113	€ 69.757	€ 131.401	€ 193.044	€ 254.688	€ 316.352	€ 377.976	€ 439.620	€ 501.264	€ 562.907	€ 624.551	€ 686.195	€ 747.839	€ 809.483	€ 871.127	€ 932.770	€ 994.414	€ 1.056.058	€ 1.118.309	€ 1.180.560	€ 1.242.810	€ 1.305.061	€ 1.367.312	€ 1.429.562	€ 1.491.813	€ 1.554.064	€ 1.616.315	€ 1.678.565	€ 1.740.816	€ 1.803.067	€ 1.865.317			
IMPORTO TOTALE DEI LAVORI							€	8.929.655																																				

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI																																											
								settimane lavorative																																			
	categorie di lavoro		Importo	incid. manodopera	num. squadre	uomini / squadra	durata presunta (settimane)	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66			
	Allestimento cantiere / Smontaggio cantiere																																										
1	Nuove rotatorie		€ 1.001.972	40%	2	10	17																																				
2	Nuove strade		€ 1.965.032	40%	2	10	33	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546	€ 59.546																
3	Pali fondazione ponte		€ 396.750	30%	2	5	10																					€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675	€ 39.675						
4	Adeguamento strada esistente		€ 722.143	40%	2	10	13																					€									€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549				
5	Ponte		€ 3.509.053	25%	2	10	37																																				
6	Pista ciclabile		€ 107.944	35%	1	5	7																																				
7	Finiture, barriere, rivestimenti		€ 495.686	20%	2	5	9																																				
8	Impianti - illuminazione		€ 138.300	15%	2	5	2																																				
9	Sistemazioni verde		€ 103.030	50%	2	5	5																																				
10	Segnaletica		€ 146.298	45%	2	5	6																																				
11	Oneri sicurezza		€ 343.448	---			127	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704		
	Importi progressivi							€ 1.927.568	€ 1.989.819	€ 2.052.070	€ 2.114.320	€ 2.176.571	€ 2.238.822	€ 2.301.073	€ 2.363.323	€ 2.425.574	€ 2.487.825	€ 2.550.075	€ 2.612.326	€ 2.674.577	€ 2.736.828	€ 2.799.078	€ 2.861.329	€ 2.923.580	€ 2.985.831	€ 3.048.081	€ 3.110.332	€ 3.152.711	€ 3.195.091	€ 3.237.470	€ 3.279.849	€ 3.322.229	€ 3.364.608	€ 3.406.987	€ 3.449.367	€ 3.491.746	€ 3.534.125	€ 3.592.379	€ 3.650.633	€ 3.708.887			
IMPORTO TOTALE DEI LAVORI							€ 8.929.655																																				

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI																																											
								settimane lavorative																																			
	categorie di lavoro			Importo	incid. manodopera	num. squadre	uomini / squadra	durata presunta (settimane)	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99		
	Allestimento cantiere / Smontaggio cantiere																																										
1	Nuove rotatorie			€ 1.001.972	40%	2	10	17																																			
2	Nuove strade			€ 1.965.032	40%	2	10	33																																			
3	Pali fondazione ponte			€ 396.750	30%	2	5	10																																			
4	Adeguamento strada esistente			€ 722.143	40%	2	10	13	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549	€ 55.549																									
5	Ponte			€ 3.509.053	25%	2	10	37											€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839	€ 94.839		
6	Pista ciclabile			€ 107.944	35%	1	5	7																																			
7	Finiture, barriere, rivestimenti			€ 495.686	20%	2	5	9																																			
8	Impianti - illuminazione			€ 138.300	15%	2	5	2																																			
9	Sistemazioni verde			€ 103.030	50%	2	5	5																																			
10	Segnaletica			€ 146.298	45%	2	5	6																																			
11	Oneri sicurezza			€ 343.448	---			127	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	€ 2.704	
	Importi progressivi								€ 3.767.140	€ 3.825.394	€ 3.883.648	€ 3.941.902	€ 4.000.155	€ 4.058.409	€ 4.116.663	€ 4.174.917	€ 4.233.171	€ 4.291.424	€ 4.389.968	€ 4.486.511	€ 4.584.055	€ 4.681.599	€ 4.779.142	€ 4.876.686	€ 4.974.229	€ 5.071.773	€ 5.169.317	€ 5.266.860	€ 5.364.404	€ 5.461.947	€ 5.559.491	€ 5.657.035	€ 5.754.578	€ 5.852.122	€ 5.949.665	€ 6.047.209	€ 6.144.753	€ 6.242.296	€ 6.339.840	€ 6.437.383	€ 6.534.927		
IMPORTO TOTALE DEI LAVORI							€ 8.929.655																																				

[illegible]

**CONCORSO A PROCEDURA APERTA A DUE GRADI, PER LA PROGETTAZIONE DEL PONTE
DEFINITIVO E VIABILITÀ ALTERNATIVA IN SOSTITUZIONE DEL PONTE STORICO BURIANO.**

Verifica di coerenza con il programma funzionale

L'idea progettuale e lo studio di fattibilità sono stati sviluppati tenendo in forte considerazione quanto riportato nel Disciplinare del Concorso di Progettazione e nel Documento di Indirizzo alla Progettazione – Quadro Esigenziale.

L'asse del ponte, e di conseguenza anche il tracciato della nuova viabilità, è stato posto a una distanza dal ponte storico di Buriano di circa 855 m a monte, in posizione identica a quella indicata nel Documento di Indirizzo alla Progettazione, individuata accuratamente dalla stazione appaltante come zona ideale per la collocazione del nuovo attraversamento, specialmente in termini di riduzione dell'impatto paesaggistico.

Il progetto della nuova viabilità è stato sviluppato tenendo conto delle prescrizioni contenute nel D.M. 5 novembre 2001 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*" per strade di categoria C2 (Strada extraurbana secondaria: strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine) e delle richieste contenute nel Documento di Indirizzo alla Progettazione:

- Infrastruttura adatta a un TGM di 11000-12000 veicoli/giorno;
- Larghezza delle corsie: 3.50 m;
- Larghezza delle banchine: 1.25 m;
- Velocità di progetto: Vminima 60 km/h – Vmassima 100 km/h;
- Pendenza longitudinale massima: 7%;
- Pendenza trasversale massima in curva: 7%;
- Pendenza trasversale in rettilo: 2.5%;
- Lunghezza minima dei rettili: 150 metri;
- Lunghezza massima dei rettili: 2200 metri;
- Raggio minimo delle curve planimetriche: 400 metri.

Le intersezioni sono state progettate in conformità al D.M. 19 aprile 2006 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*", come intersezioni tra strade di categoria C. Il posizionamento delle rotatorie e dei rami di ingresso/uscita è avvenuto tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- contenimento dei movimenti terra attraverso l'individuazione di zone con pendenze del terreno ridotte;
- adempimento delle verifiche di deflessione delle traiettorie attraverso il mantenimento di idonei angoli di incidenza tra i rami della rotatoria;
- mantenimento degli accessi ai passi privati e alle strade vicinali, afferenti nell'area di intersezione, mediante utilizzo di intersezioni secondarie sulle strade esistenti in posizione di sicurezza rispetto alla zona in cui verranno realizzate le rotatorie.

In questo modo si ritiene di aver soddisfatto le richieste di ottimizzare le intersezioni (in termini sia di posizionamento che di assetto, in modo che risultino perfettamente funzionali, realizzabili e compatibili con la disponibilità finanziaria), ridurre al minimo le interferenze con la viabilità esistente, e garantire il miglioramento della funzionalità specifica delle rotatorie e la più efficiente articolazione della viabilità di collegamento con la nuova infrastruttura.

Per quanto riguarda l'adeguamento in sede della strada esistente SP56 "dello Spicchio", è stata prevista la sostituzione dello svincolo attuale con una rotatoria, poiché offre i maggiori vantaggi in termini di fluidità di traffico, sicurezza stradale e riduzione delle emissioni inquinanti. Le dimensioni e la posizione della rotatoria sono state scelte in modo da limitare le aree espropriate: nonostante sia necessario demolire una baracca in metallo, è stato possibile preservare tutte le abitazioni.

Come richiesto, l'illuminazione pubblica è stata prevista sui tratti ritenuti rilevanti in termini di sicurezza, ovvero sul ponte e in corrispondenza delle rotatorie.

La proposta ha fatto seguito alla richiesta di sviluppare adeguatamente il tema della mobilità ciclo-pedonale nella zona progettando la "Ciclopista dell'Arno", la quale instaura un rapporto consequenziale all'andamento della nuova viabilità, ma contemporaneamente ne prende le distanze, mantenendo la quota originale di campagna e slegandosi dagli eccessi del traffico. Allo stato di progetto, i percorsi ciclo-pedonali attuali – parzialmente incompleti – saranno integrati in un unico sistema con i nuovi percorsi. Anche il ponte romanico potrà essere utilizzato con funzione ciclo-pedonale, in modo da valorizzarne l'importanza storica e artistica mediante una maggiore fruibilità turistica.

I principi architettonici del nuovo ponte riprendono gli elementi caratteristici dei ponti in pietra tipici della via denominata "Setteponti": la sezione trasversale è stata disegnata con lo scopo di assottigliare la linea di prospetto; l'utilizzo di un corten scuro cerca di enfatizzare la linea d'ombra generata dalla parte superiore, mentre le lastre di pietra poste in senso verticale cercano di integrare il nuovo profilo con le cromaticità circostanti. Le due spalle di imposta sono state lavorate in modo da far nascere nell'osservatore l'immagine di spuntori di rocce sui quali appoggiare il ponte e sono trattate con cemento pigmentato di ocre. Lo stesso cambio di inclinazione del suo profilo estremizza la tensione strutturale espressa dall'appoggio del ponte. Gli ulteriori due appoggi del ponte, sempre in corten scuro, generano, con la loro inclinazione, un ulteriore stato di tensione e variano il profilo della trave centrale del ponte. Aggrappati alla sponda come ultimo contrafforte prima di attraversare il ponte, instaurano silenziosamente un dialogo con la natura boschiva presente sulle sponde.

Sono state previste soluzioni atte a minimizzare l'impatto sull'ambiente per quanto riguarda i seguenti aspetti:

- Esecuzione delle lavorazioni – Minima interferenza con la viabilità esistente e rispetto dei Criteri Ambientali Minimi nella gestione del cantiere;
- Scelte progettuali – Sistemi di illuminazione a basso consumo energetico ed alta efficienza, sistemazioni a verde utilizzando specie autoctone comprensive di alberi ad alto fusto, realizzazione di corridoi ecologici per attraversamenti faunistici, trattamento delle acque meteoriche mediante zone umide temporanee;
- Scelta dei componenti edilizi – Rispetto dei Criteri Ambientali Minimi come da D.M. 11/10/2017 sia relativamente alla componente riciclata e/o riciclabile, sia relativamente alla distanza di approvvigionamento.

Per quanto riguarda la tipologia strutturale del nuovo ponte, la scelta è stata dettata dall'esigenza di coniugare leggerezza e rapidità di esecuzione con l'attenzione verso l'aspetto architettonico e di inserimento ambientale dell'opera, rispettando il piano di spesa definito dalla stazione appaltante: tutte le scelte progettuali hanno tenuto conto dei limiti imposti dal piano economico, evitando inutili sprechi e sfruttando la ricerca dell'efficienza statica. Non sono previste pile in alveo né provvisorie né definitive, con lo scopo di accorciare i tempi di costruzione, evitando problematiche connesse alle fluttuazioni del regime fluviale.

La scelta dei materiali – strutturali, stradali e di finitura – è stata accuratamente ponderata con lo scopo di ridurre il più possibile i problemi di durabilità, abbattendo i costi di manutenzione e facilitando la gestione nel tempo.

Il costo stimato per la realizzazione dell'opera nel suo complesso rientra nel limite definito dalla stazione appaltante di € 8.930.000,00 (compresi oneri sicurezza), come è evidente dalla stima economica delle principali categorie di lavori previste. Sebbene non sia rispettato singolarmente ciascun importo per le 4 categorie (Strutture, Viabilità nuova, Viabilità esistente, Impianti elettrici), il costo totale viene rispettato, come concesso nel Disciplinare del Concorso, il quale specifica che la suddivisione nelle "ID-opere" non è vincolante ai fini dello sviluppo delle proposte progettuali.

Le fasi realizzative sono state studiate in modo da ottimizzare i tempi, sovrapponendo – ove possibile – le lavorazioni che non subiscono interferenze reciproche.

In conclusione, ogni singola scelta progettuale mira allo scopo finale di realizzare, pur con i limiti imposti, una soluzione innovativa e di elevata qualità estetica, che rispetti e esalti il pregio ambientale, storico e paesaggistico del sito:

- è dotata di pregio architettonico e contribuisce alla valorizzazione dell'area;
- garantisce per forma, materiali e tecnologie un rispetto sostanziale delle qualità ambientali e paesaggistiche dell'area;
- sa dialogare senza prevaricazioni ed instaurando un rapporto visuale armonioso con gli elementi già presenti nel sito, con particolare riferimento al ponte storico di Buriano.

Nella tabella seguente si riportano i criteri di valutazione per il 2° grado, con l'indicazione – per ciascun criterio – del riferimento agli elaborati presentati.

RISPONDENZA AI CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA FASE 2 (Tabella 5, §5.6 del Disciplinare Concorso di Progettazione)				
ID	Criteri	ID	Sub-criteri	Riferimento
A	Qualità dell'intera infrastruttura (a livello stradale, strutturale, architettonico e funzionale)	A1	Tipologia e qualità prestazionale dell'infrastruttura	Relazione tecnico-descrittiva: § 1
		A2	Accorgimenti per l'inserimento dell'infrastruttura all'interno del paesaggio circostante	Relazione tecnico-descrittiva: §§ 1.2, 4
B	Scelte strutturali ed impiantistiche, scelte dei materiali e modalità di gestione	B1	Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati anche in riferimento ai criteri ambientali minimi	Relazione tecnico-descrittiva: § 2
		B2	Caratteristiche, funzionamento ed efficienza della soluzione proposta	Relazione tecnico-descrittiva: §§ 1.4, 1.5, 1.6, 1.7
		B3	Durabilità, sostenibilità e gestione delle soluzioni proposte	Relazione tecnico-descrittiva: §§ 1.9, 2, 4
C	Fasi realizzative dell'opera	C1	Accorgimenti realizzativi nella definizione delle fasi, anche in relazione ad eventuali interferenze di traffico con i tratti di raccordo	"Cronoprogramma"; Relazione tecnico-descrittiva: § 3
		C2	Sostenibilità ed ottimizzazione delle fasi realizzative, anche in relazione alle tempistiche previste sul cronoprogramma	"Cronoprogramma"; Relazione tecnico-descrittiva: § 3
D	Coerenza della stima dei costi con le soluzioni proposte. Congruità con l'importo previsto	D1	Accuratezza delle stime economiche delle soluzioni proposte	"Stima economica"
		D2	Ottimizzazione dei costi di manutenzione e gestione lungo il ciclo di vita dell'opera	Relazione tecnico-descrittiva: § 1.9

**CONCORSO A PROCEDURA APERTA A DUE GRADI, PER LA PROGETTAZIONE DEL PONTE
DEFINITIVO E VIABILITÀ ALTERNATIVA IN SOSTITUZIONE DEL PONTE STORICO BURIANO.**

Documento di valutazione delle alternative progettuali considerate

Nella presente relazione, prevista dall'art. 23 comma 5 del D.Lgs. 50/2016, si illustrano i motivi che hanno guidato ogni singola scelta progettuale sulla base dell'analisi di tutte le alternative possibili e del loro confronto. Tenendo fermi i criteri richiesti dalla stazione appaltante, la soluzione proposta è emersa come quella che presenta il miglior rapporto costi/benefici sotto il profilo qualitativo, anche in termini ambientali, nonché sotto il profilo tecnico ed economico.

1 Tipologia di ponte

Per quanto riguarda la tipologia strutturale del ponte, sono state prese in considerazione le seguenti alternative:

- A. Ponte ad arco a via inferiore (strallato);
- B. Ponte ad arco a via superiore (con o senza pile in alveo);
- C. Ponte in cemento armato (ordinario o precompresso);
- D. Ponte a sezione mista aperta;
- E. Ponte a sezione mista a cassone.

La tipologia A (ponte ad arco a via inferiore) è stata immediatamente scartata perché avrebbe un impatto visivo eccessivo in relazione al ponte storico di Buriano, situato a soli 855 m più a valle, con il quale entrerebbe in contrasto dal punto di vista architettonico e paesaggistico. Inoltre i ponti strallati hanno un costo elevato sia di costruzione sia di manutenzione, mentre il contenimento di entrambi i costi sono vincoli imposti chiaramente dalla stazione appaltante come base progettuale.

La tipologia B (ponte ad arco a via superiore) è stata scartata perché in questo caso comporterebbe interferenze idrauliche importanti durante eventi di massima piena del fiume Arno. Il problema potrebbe essere parzialmente risolto evitando le pile in alveo, ma questo implicherebbe un innalzamento della sede stradale assolutamente incompatibile con le normative stradali e in relazione all'impatto paesaggistico.

La tipologia C (ponte in C.A. o in C.A.P.) non comporta eccessivi costi di costruzione – specialmente se in C.A.P. –, ma non è stata presa in considerazione perché necessita inevitabilmente di manutenzioni importanti e frequenti durante la vita utile dell'opera, che in questo caso sarebbero molto onerose data la scarsa accessibilità delle superfici. Infatti il cemento armato è per sua natura soggetto a processi di danneggiamento e deterioramento nel tempo, quali carbonatazione, espulsione del copriferro e corrosione delle armature.

La tipologia D (ponte a sezione mista aperta) presenta costi contenuti di costruzione e di manutenzione, ma non è stata scelta poiché difficilmente vi può essere dato un pregio architettonico particolare, e la struttura non può essere sagomata seguendo forme innovative.

Infine è stata scelta la tipologia E (ponte a sezione mista a cassone) poiché è la soluzione che meglio risponde alle esigenze della stazione appaltante e della collettività, consentendo un mantenimento dei costi sia di costruzione che di manutenzione, dando la possibilità di creare forme architettonicamente innovative senza prevaricare visivamente il ponte storico di Buriano. Quest'ultimo aspetto ha guidato anche la scelta dei colori della struttura e dei rivestimenti.

Le luci delle campate del ponte sono state valutate sulla base di uno studio idraulico preliminare, dal quale è emerso che:

- è preferibile evitare pile in alveo;
- la situazione di progetto non induce variazioni sulla quota di massima piena del fiume Arno a monte del nuovo ponte;
- non è necessaria la costruzione di un viadotto continuo fino al collegamento con la viabilità esistente, nonostante l'area sia interamente allagabile, poiché per rendere "trasparente" il rilevato dal punto di vista idraulico è sufficiente inserire degli scatolari per il deflusso delle acque (alternativa molto più economica).

Per quanto riguarda la tipologia di acciaio da carpenteria, la soluzione migliore consiste senz'altro nell'utilizzare acciaio di classe strutturale S355 – che garantisce la maggiore resistenza meccanica, a fronte di un aumento esiguo dei costi rispetto a acciai di classe inferiore – e di tipologia COR-TEN. L'auto-passivazione dell'acciaio conferisce al materiale un effetto estetico e protettivo, che rende la struttura metallica del tutto insensibile alla corrosione atmosferica: questo aspetto permette praticamente di azzerare i costi di manutenzione, senza comprometterne in alcun modo la durabilità. L'alternativa, ovvero l'acciaio protetto mediante verniciatura, richiederebbe costi di manutenzione periodici molto elevati, anche a causa della scarsa accessibilità delle superfici.

2 Aspetti stradali

Il progetto della nuova viabilità è stato sviluppato tenendo conto delle prescrizioni contenute nel D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e nel D.M. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", oltre che delle richieste contenute nel Documento di Indirizzo alla Progettazione.

Le tre intersezioni da realizzare sono state previste a rotatoria poiché, tra quelle a raso, questa tipologia offre i maggiori vantaggi in termini di fluidità di traffico, sicurezza stradale e riduzione delle emissioni inquinanti.

Il posizionamento delle rotatorie così come dei rami di ingresso e di uscita è avvenuto tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- Contenimento dei movimenti terra attraverso l'individuazione di zone con pendenze del terreno ridotte;
- Adempimento delle verifiche di deflessione delle traiettorie attraverso il mantenimento di idonei angoli di incidenza tra i rami della rotatoria;
- Mantenimento degli accessi ai passi privati e alle strade vicinali, afferenti nell'area di intersezione, mediante utilizzo di intersezioni secondarie sulle strade esistenti in posizione di sicurezza rispetto alla zona in cui verranno realizzate le rotatorie;
- Preservazione delle abitazioni e limitazione delle aree espropriate, nel rispetto dei criteri di sicurezza stradale.

Dunque la soluzione proposta è quella che garantisce i migliori standard di sicurezza risultando al contempo anche quella più economica e con il minore impatto sul territorio, riducendo al minimo le modifiche ai tracciati viari esistenti.

3 Sostenibilità ambientale

Un primo aspetto da tenere in considerazione nello sviluppo di progetti di questo tipo è la necessità di sistemare a verde le aree modificate. La cosiddetta “alternativa zero”, ovvero la mancata esecuzione di opere a verde, avrebbe conseguenze drammatiche sull’ecosistema locale – dato il forte impatto dell’opera – sia dal punto di vista paesaggistico sia in termini di abbattimento della biodiversità e inquinamento. Infatti alberi e arbusti forniscono riparo e approvvigionamento alimentare a molte specie animali, tra cui mammiferi, volatili e insetti.

E’ necessario che le piante scelte siano di specie autoctone, poiché rispetto alle piante aliene, sono tendenzialmente meno invasive, meno soggette all’attacco da parte di parassiti, più resistenti e contribuiscono alla salvaguardia della biodiversità mediante la distribuzione di nutrimento per la fauna locale. Questo stesso criterio è infatti previsto anche dai Criteri Ambientali Minimi esposti nel D.M. 11/10/2017.

Il passaggio dalla fauna tra i due ambiti Est ed Ovest, separati dal nuovo tratto stradale, sarà mantenuto attraverso l’utilizzo di scatolari idraulici che assolveranno sia alla funzione di deflusso delle acque in caso allagamento, sia di veri e propri sottopassaggi per animali.

Per quanto riguarda il trattamento delle acque meteoriche, alla possibilità di inserire vasche di disoleazione è stata preferita la scelta di formare un sistema superficiale, che permette il trattamento e il filtraggio da parte di specie erbacee e dal terreno stesso, mediante il quale le acque saranno assorbite per percolazione, senza sovraccaricare questo paesaggio di sistemi sotterranei canalizzati, che riducono la qualità delle acque e inibiscono la creazione di ambienti umidi. Zone umide temporanee svolgono essenziali servizi ecosistemici, come la regolazione dei flussi idrologici, la depurazione delle acque di prima pioggia, la mitigazione dei cambiamenti climatici, la tutela di anfibi e uccelli.

Stima preliminare costi voce A1 - Strutture

<u>Voce</u>	<u>Quantità</u>	<u>u.m.</u>	<u>Prezzo unitario</u>	<u>Prezzo</u>
Carpenteria metallica	907167	kg	3	€ 2.721.500
Calcestruzzo soletta e parapetto	900	m ³	180	€ 162.000
Acciaio per cemento armato	162000	kg	1,5	€ 243.000
Binder + usura	2160	m ²	18	€ 38.880
Barriera bordo ponte	360	m	150	€ 54.000
Rivestimento parapetto pietra	360	m	75	€ 27.000
Cavidotti, sistema scolo acque, pozzetti	360	m	100	€ 36.000
Tot. Impalcato e Pile				€ 3.282.380
Calcestruzzo elevazione spalla 1	350	m ³	180	€ 63.000
Calcestruzzo elevazione spalla 2	350	m ³	180	€ 63.000
Acciaio per calcestruzzo armato	105000	kg	1,5	€ 157.500
Tot. Spalle				€ 283.500
Calcestruzzo fondazione spalla 1	200	m ³	180	€ 36.000
Pali fondazione spalla 1	150	m	250	€ 37.500
Calcestruzzo fondazione spalla 2	200	m ³	180	€ 36.000
Pali fondazione spalla 2	150	m	250	€ 37.500
Calcestruzzo fondazione pile 1 e 2	150	m ³	180	€ 27.000
Pali fondazione pile 1 e 2	300	m	250	€ 75.000
Acciaio per calcestruzzo armato	82500	kg	1,5	€ 123.750
Sistemazioni terreno	800	m ³	30	€ 24.000
Tot. Fondazioni				€ 396.750
Apparecchi di appoggio	2		15000	€ 30.000
Giunti di dilatazione	2		5000	€ 10.000
Tot. Appoggi e Giunti				€ 40.000
Oneri Sicurezza				€ 160.105
Tot. Ponte (Voce A1)				€ 4.162.735

Stima preliminare costi voce A2 - Lavori viabilità esistente

<u>Voce</u>	<u>Quantità</u>	<u>u.m.</u>	<u>Prezzo unitario</u>	<u>Prezzo</u>
Rotatoria ovest - porzione su strada esistente (solo rifacimento asfalto)	530	m ²	30	€ 15.900
Rotatoria ovest - porzione su nuovo rilevato (compreso costo rilevato)	930	m ²	250	€ 232.500
Muro di sostegno	20	m	1000	€ 20.000
Tot. Rotatorie				€ 268.400
Strada - porzione su strada esistente (solo rifacimento asfalto)	4194	m ²	20	€ 83.885
Strada - porzione su nuovo rilevato (compreso costo rilevato)	4194	m ²	120	€ 503.310
Pista ciclabile - tratto su percorsi esistenti	1361	m	40	€ 54.440
Tot. Strade				€ 641.635
Inerbimenti scarpate	883	m ²	10	€ 8.830
Tot. Sistemazioni a verde				€ 8.830
Oneri Sicurezza				€ 36.755
Tot. Adeguamento viabilità esistente (Voce A2)				€ 955.620

Stima preliminare costi voce A3 - Lavori viabilità nuova

<u>Voce</u>	<u>Quantità</u>	<u>u.m.</u>	<u>Prezzo unitario</u>	<u>Prezzo</u>
Rotatoria nord (compreso costo rilevato)	1590	m ²	300	€ 477.129
Rotatoria sud (compreso costo rilevato)	1590	m ²	400	€ 636.173
<i>Tot. Rotatorie</i>				€ 1.113.302
Strada (compreso costo rilevato)	10165	m ²	210	€ 2.134.650
Pista ciclabile nuova	1348	m	120	€ 161.760
Movimenti terra aggiuntivi	750	m ³	30	€ 22.500
<i>Tot. Strade</i>				€ 2.318.910
Inerbimenti scarpate	6420	m ²	10	€ 64.200
Alberi	120		250	€ 30.000
<i>Tot. Sistemazioni a verde</i>				€ 94.200
<i>Oneri Sicurezza</i>				€ 141.056
<i>Tot. Nuova viabilità (Voce A3)</i>				€ 3.667.468

Stima preliminare costi voce A4 - Lavori impianti

<u>Voce</u>	<u>Quantità</u>	<u>u.m.</u>	<u>Prezzo unitario</u>	<u>Prezzo</u>
Pali per illuminazione rotatorie	30		1000	€ 30.000
Pali per illuminazione pista ciclabile	90		1000	€ 90.300
Fari LED su guard-rail ponte	36		500	€ 18.000
<i>Tot. Illuminazione</i>				€ 138.300
 <i>Oneri Sicurezza</i>				 € 5.532
 <i>Tot. Impianti (Voce A4)</i>				 € 143.832

Stima preliminare costi TOTALI

	COSTO STIMATO	BUDGET
A1 – Strutture (compresi oneri sicurezza)	€ 4.162.735	€ 4.250.000
A2 – Lavori Viabilità esistente (compresi oneri sicurezza)	€ 955.620	€ 1.045.000
A3 – Lavori Viabilità nuova (compresi oneri sicurezza)	€ 3.667.468	€ 3.515.000
A4 – Lavori Impianti (compresi oneri sicurezza)	€ 143.832	€ 120.000
A - Totale lavori (compresi oneri sicurezza)	€ 8.929.655	€ 8.930.000