

Passerella ciclo pedonale sul fiume Secchia fra i Comuni di Sassuolo (MO), Casalgrande (RE) e Castellarano (RE)

Massimo Majowiecki

Prof. Ing. - IUAV Università di Venezia

Andrea Papetti – Hydrogeo Engineering Srl

Ingegnere

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE – INSERIMENTO AMBIENTALE

La passerella ciclo pedonale, in accordo con le Amministrazioni Provinciali di Modena e Reggio Emilia ed i Comuni interessati, è stata ubicata a circa 800 m a monte del ponte di Veggia. L'opera si inserisce nella zona parco, circostante il fiume Secchia, di notevole bellezza ambientale per i larghi spazi disponibili alla fruizione dei cittadini e per i lunghi percorsi, sia in sponda destra sia in sponda sinistra, che consentono lunghe passeggiate, indisturbate da rumori veicolari, in particolare in destra idraulica. L'ambiente fluviale ha infatti un notevole fascino per la vasta macchia arborea e di verde a prato che offrono un notevole senso di benessere e di relax per chi, saltuariamente o con metodicità, ne fruisce.

Nell'affrontare quindi la progettazione della passerella ciclo pedonale ci si è posto il problema di coniugare l'aspetto meramente strutturale - costruttivo dell'opera con l'obiettivo di inserirla con il minimo impatto nell'ambiente naturale e comunque nel rispetto dei vincoli idraulici richiesti dal Servizio Tecnico Bacino del Secchia.

La scelta del posizionamento dell'opera (fig. 1) consentirà nei prossimi anni, a seguito anche della delocalizzazione di un impianto di lavorazione inerti in destra idraulica, un migliore collegamento viario con l'area urbanizzata ed il centro di Sassuolo; in sinistra idraulica invece, lo sbarco è stato previsto in un'ampia zona pianeggiante, attraversata già dalla pista ciclo pedonale esistente ed in prossimità del sottopasso di collegamento al centro del Comune di Casalgrande.

2. INDAGINI IDRAULICHE

Portate di piena di progetto e livelli idrometrici corrispondenti – tirante d'aria e franco

Per la verifica idraulica del tratto di fiume Secchia compreso tra una sezione a ca. 3 Km a monte della passerella e quella in corrispondenza della briglia di Ponte Veggia, ca. 800 m a valle della stessa, è stata assunta

una portata di piena al colmo, con tempo di ritorno bisecolare, pari a 1950 mc/s, valore superiore a quello definito dal Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Po (2001) nel documento "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"; per il calcolo è stato utilizzato il codice HEC-RAS sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center - U.S. Army Corps of Engineers.

Per la rappresentazione della geometria dell'alveo sono state implementate le sezioni fornite dall'Autorità di

SOMMARIO

All'interno dell'accordo tra la Provincia di Modena ed il comune di Sassuolo per la realizzazione di interventi di miglioramento del "Percorso natura e di recupero e valorizzazione ambientale della fascia fluviale del fiume Secchia tra Sassuolo e la Rupe del Pescale" è stata prevista la realizzazione di una passerella ciclo pedonale sul fiume Secchia per collegare i percorsi esistenti sulle due rive del fiume nei territori dei comuni di Sassuolo (MO), Casalgrande (RE) e Castellarano (RE). L'opera, realizzata dall'Impresa CISAF-BELLINI di Santa Sofia (FC), è stata inaugurata il 27 giugno 2010.

SUMMARY

According to the agreement between Modena province and Sassuolo district for the realisation of enhancement actions on "Nature trail of river Secchia between Sassuolo and Rupe del Pescale", a footbridge on river Secchia has been built to link existing trails of the two banks in the territories of Sassuolo (MO), Casalgrande (RE) and Castellarano (RE). The project, realized by CISAF-BELLINI company (Santa Sofia - FC) was launched the 27th of June, 2010.



1

bacino del Po integrate dal rilievo del giugno 2007 della sezione in corrispondenza della quale è stata realizzata la passerella ciclo pedonale.

Le simulazioni sono state condotte considerando due diverse configurazioni geometriche dell'alveo: senza e con la presenza della passerella ciclopedonale di progetto.

I risultati dei calcoli idraulici individuano in corrispondenza della passerella i valori di quota e di velocità della corrente, nelle due diverse configurazioni geometriche adottate come riportato nelle tabelle 1 e 2.

Le verifiche sono state sviluppate in conformità alle Direttive approvate con deliberazioni n. 2/1999 e n. 10/2006 dall'Autorità di Bacino del Po e dal D.M. 4 maggio 1990.

Il franco di un metro normalmente raccomandato (differenza tra la quota dell'intradosso minimo dell'impalcato, assunto pari a 118,72 m s.l.m. e la quota idrometrica al colmo) è rispettato nelle condizioni della piena di progetto bisecolare.

Effetti idraulici indotti dalla passerella ciclopedonale

Le pile e le spalle non hanno comportano un restringimento della sezione di passaggio tale da alterare in modo significativo il profilo idraulico del fiume Secchia.

La sezione, le larghezze delle luci ed i tiranti d'acqua, nonché i tiranti d'aria con piene plurisecolari, sono talmente elevati da ritenere assai improbabile una significativa ostruzione del fiume da parte di corpi flottanti e/o di sedimenti, con conseguenze non controllabili sul deflusso delle piene.

Scalzamento delle pile per erosione dell'alveo

Per valutare il rischio di scalzamento delle pile di sostegno della passerella pedonale, si è considerata sia la possibilità di erosione generalizzata dell'alveo, normalmente connessa a squilibri nel bilancio dei sedimenti, sia di erosione localizzata, attribuibile a divagazioni della cunetta di magra-morbida entro l'alveo di piena e/o a formazione di vortici con conseguenti processi erosivi in adiacenze alle pile.

Erosione generalizzata

Circa 800 m a valle della passerella, l'alveo del fiume Secchia è stato consolidato mediante costruzione di una traversa, che protegge le pile del ponte di collegamento Sassuolo-La Veggia.

La traversa è stata sottoposta di recente a lavori di manutenzione straordinaria e di rinforzo al piede. Poiché il profilo di equilibrio del fiume Secchia nel

Tabella 1 - Risultati dei calcoli pre-intervento

CONFIGURAZIONE PRE – INTERVENTO					
Portata di piena [mc/s]	Quote idrometriche [m s.l.m.]		Velocità [m/s]		Quota intradosso passerella [m s.l.m.]
	A monte della passerella	A valle della passerella	A monte della passerella	A valle della passerella	
820	116,51	116,40	2,90	3,04	118,72
1270	117,17	117,04	3,44	3,61	118,72
1700	117,65	117,48	3,92	4,13	118,72
1950	117,91	117,73	4,15	4,38	118,72

Tabella 2 - Risultati dei calcoli post-intervento

CONFIGURAZIONE POST – INTERVENTO					
Portata di piena [mc/s]	Quote idrometriche [m s.l.m.]		Velocità [m/s]		Quota intradosso passerella [m s.l.m.]
	A monte della passerella	A valle della passerella	A monte della passerella	A valle della passerella	
820	116,54	116,40	2,86	3,04	118,72
1270	117,21	117,04	3,40	3,61	118,72
1700	117,69	117,48	3,87	4,13	118,72
1950	117,95	117,73	4,10	4,38	118,72

1 - Immagine satellitare dell'area interessata dalla costruzione della passerella ciclo pedonale.

tratto compreso fra Ponte Veggia e la nuova passerella ciclo pedonale è sostanzialmente condizionato dal livello di base artificiale costituito dalla soglia sfiorante di valle a quota 110,45 m s.m., non è possibile che si manifestino fenomeni di erosione generalizzata all'altezza della sezione di progetto della passerella ciclo pedonale di progetto, in cui il fondo è posto a 111,96 m s.m..

Erosione localizzata

Si può tener conto delle possibili divagazioni della cunetta di magra-morbida entro l'alveo di piena, ipotizzando che sull'intera larghezza dell'alveo di piena possa presentarsi l'attuale quota del fondo (112 m s.m. circa) e che quindi tutte le pile della passerella possano essere interessate dalla formazione dell'erosione concentrata al loro intorno a partire dalla stessa quota 112,00 m s.m..

A tale proposito, si è valutato che la formazione di un vortice a ferro di cavallo all'intorno delle pile possa creare sul fondo una fossa di erosione, la cui profondità è valutabile in 1,80 m.

Urti ed abrasioni provocati dalla corrente sulle pile in alveo

In generale l'urto di solidi (massi fluitati al fondo, tronchi d'albero galleggianti e simili) di peso ridotto rispetto a quello dei manufatti investiti dalla corrente può generare soltanto danni limitati, riconducibili alla asportazione dei paramenti, al crollo di parapetti, ecc...; nel caso specifico della passerella ciclo pedonale sul fiume Secchia è da escludere, anche durante le massime piene, la possibilità di trasporto di massi o di natanti, e l'attenzione è stata limitata all'urto di tronchi galleggianti.

Si è quindi fatto riferimento ai criteri suggeriti da Farraday e Charlton (1983), i quali raccomandano di

considerare la forza (media) necessaria a fermare un tronco su una distanza di 80 – 150 mm. Ipotizzando che tale forza venga ripartita su una superficie di impatto pari ad un quadrato di lato 0,30 m, si determina una tensione pari a 2,82 Kg/cm² decisamente inferiore alla tensione ammissibile per il materiale di cui sono costituite le pile. Pertanto anche in caso di urto contro una pila di un tronco d'albero di grande dimensione trascinato alla massima velocità dalla corrente, la muratura conserva lo stato di integrità senza accusare deformazioni apprezzabili.

Si è quindi potuto concludere che le azioni dovute alla spinta idrodinamica della corrente anche con presenza di trasporto solido e di tronchi d'albero galleggianti determinano sollecitazioni compatibili con le caratteristiche di resistenza dei materiali costituenti le pile della passerella in oggetto.

Spinta idrodinamica per effetto del sopralzo del pelo libero

Nel caso considerato non sussiste il problema della traccimazione, e le travate non sono soggette ad alcuna azione idrodinamica.

È significativa invece la spinta idrodinamica sulle pile: nelle verifiche di stabilità e di resistenza della struttura e nelle verifiche delle fondazioni si è tenuto conto di una spinta idrodinamica $S_w = 6850$ Kg ca. dovuta alla pressione dinamica sulle pile, in particolare quelle centrali, indotte dal sopralzo idrometrico causato dalla loro presenza in alveo, valutato intorno a ca. 0,21 m.

3. TIPOLOGIA ARCHITETTONICO – STRUTTURALE DELLA PASSERELLA

Come si evince dalle immagini (fig. 2), si tratta di un ponte strallato multicampata, di lunghezza totale



pari a 160 m, realizzato in carpenteria metallica su pile centrali in c.c.a. fondate su pali (figg. 3, 4, 5). E' infatti costituita da tre campate principali di 40 m ognuna e due di testata di 20 m; sono state previste due tipologie di plinto di fondazione:

- Plinto tipo 1 per pile 1 e 4 (laterali) : con n°6 pali trivellati $\phi = 600$ mm, della lunghezza di 10,00 m;
- Plinto tipo 2 per pile 2 e 3 (centrali): con n°8 pali trivellati $\phi = 600$ mm, della lunghezza di 10,00 m (pila 3) e di 12,50 m (pila 2).

La geometria della palificata è rappresentata nei disegni "Pianta fondazione pila 1-4" e "Pianta fondazione pile 2-3" qui a fianco.

La particolarità della struttura della passerella risiede nelle "antenne", due centrali più alte e due laterali più basse, che spiccano dall'impalcato alternativamente sui lati della passerella così come gli stralli si alternano su un lato o l'altro delle campate sovrapponendosi nella mezzeria delle stesse.

Le "antenne", costituite da profili scatolari ad inerzia variabile a forma triangolare con irrigidimenti interni, sono collegate a pile in cemento armato fondate in alveo su pali trivellati di diametro 600 mm. La loro particolarità risiede nel fatto che sebbene di altezze diverse (le due centrali di altezza in proiezione verticale pari a ca 18 m e le due laterali pari a ca 13 m) le sezioni si mantengono modulari per tutte e quattro consentendo una semplificazione dal punto di vista esecutivo.

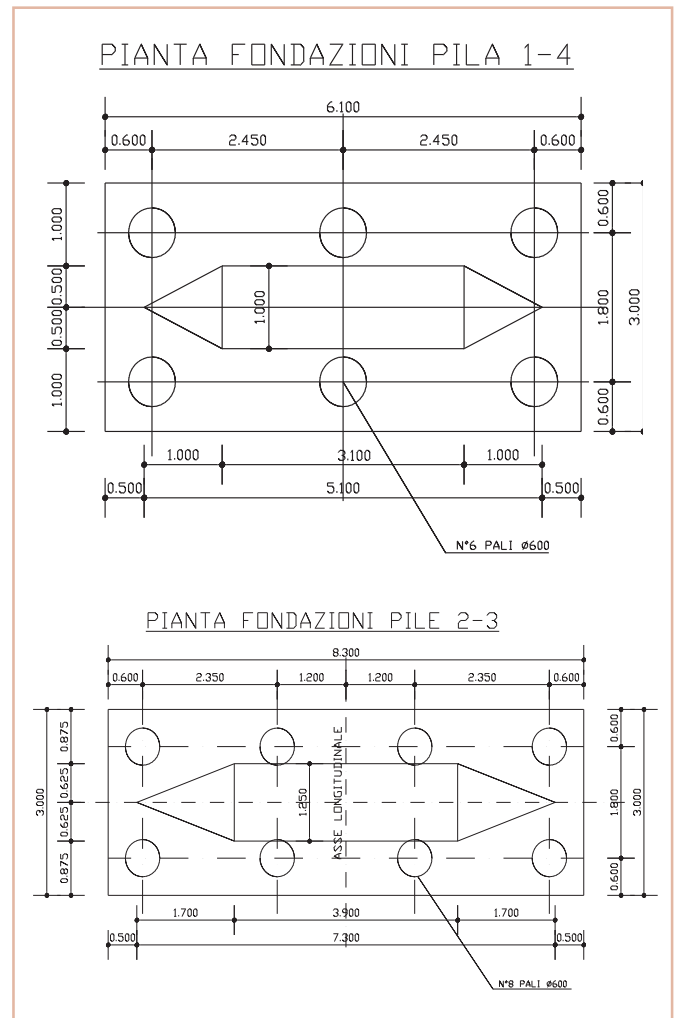
Sulle estremità sono presenti due strallature di ormeggio costituite da 3 funi chiuse zincate di diametro nominale 32 mm ancorate a terra su idonee spalle costituite da strutture a gravità in cemento armato.

Gli stralli di impalcato sono 3+3 per antenna, in fune chiusa zincata di dimensione nominale 32 mm, dotati di capocorda fisso all'estremità superiore e di capocorda regolabile tipo ponte all'estremità inferiore e si alternano su un lato o l'altro delle campate sovrapponendosi nella mezzeria delle stesse in corrispon-

denza di 3 contrafforti trasversali in corrispondenza delle "gondole" (fig. 6).

La struttura portante dell'impalcato è realizzata in tubolare reticolare spaziale con profili saldati.

Tramite l'utilizzo di software di modellazione tridimensionale parametrica CISAF-BELLINI è stata in





3

- 2 - Vista da valle della passerella.
- 3 - Esecuzione di pali di fondazione diam. 600 mm.
- 4 - Armature e cassetta pile.
- 5 - Pile in c.c.a. ad esecuzione ultimata.
- 6 - Operazioni di montaggio delle funi degli stralli di impalcato.

5



grado, sin dalle lavorazioni in officina, di avere il dettaglio al vero di ogni singolo elemento costruttivo, permettendo di proporre soluzioni costruttive di particolare pregio. Significativo è il caso della reticolare spaziale a sezione triangolare con curvatura ad arco formata da tubi metallici a sezione circolare, che costituisce la struttura portante, per la quale è stato possibile studiare una soluzione semplice quanto efficace per la realizzazione dei nodi di giunzione fra

4



le aste. Ogni singola asta della reticolare è stata definita tridimensionalmente da software prevedendo una sagomatura tridimensionale alle sue estremità in modo da consentire un perfetto incastro nel nodo. Questo ha permesso di trasferire i dati del modello 3d alla macchina operatrice a controllo numerico, che ha eseguito la complessa sagomatura laser sul pezzo senza particolari problemi. Il risultato è quello di una maggior pulizia estetica dei nodi che, in questo modo, risultano liberi da eventuali fazzoletti di giunzione (figg. 7, 8).

La soletta è ordita su una struttura secondaria sovrapposta e collegata in corrispondenza dei traversi al corrente superiore ed il piano di calpestio è costituito da un assito in legno di larice, opportunamente trattato, dello spessore nominale di 6,50 cm, in tavole della larghezza di 19 cm e della lunghezza di 5,00 m.; i listelli sono stati posizionati longitudinalmente al senso di percorrenza della passerella, avendo cura

6





7

- 7 - Lavorazione d'officina della trave reticolare della struttura portante.
- 8 - Reticolare ad ultimazione varo.
- 9 - Reticolare ad ultimazione varo.
- 10 - Impalcato in legno - tavole disposte in senso longitudinale.
- 11 - Particolare del corrimano, del parapetto (funicelle di acciaio inox) e dei led da incasso per l'illuminazione dell'impalcato.
- 12 - Operazioni di varo del concio da ca. 66 ml in sinistra idraulica (lato Casalgrande - RE).
- 13 - Operazione di varo del concio in destra idraulica (lato Sassuolo - MO).
- 14 - Operazioni di varo del concio centrale da ca. 28 ml.



8

9



di accostarli l'un l'altro con una fuga non superiore a 6-7 mm per consentire il passaggio dell'acqua e le usuali dilatazioni del legno stesso (figg. 9, 10). Tutte le parti in carpenteria metallica in acciaio sono state sabbiate, opportunamente trattate e successivamente verniciate con colore bianco RAL 9010. Agli imbecchi, l'impalcato ha una larghezza utile (proiezione del corrimano) di ca. 2,80 m. e va allargandosi verso il centro della passerella, dove raggiunge i 4,40 m. ca. I parapetti dell'intera passerella sono formati da montanti ricavati da profili in acciaio zincato e verniciato attraverso i quali passano 8 funi per ogni lato. Le funi del parapetto sono quindi 16 in totale, in tratte separate, in fune spiridale inox del diametro di 5,00 mm, completi di capicorda fissi a forcilla alle due estremità e di tenditori intermedi per la regolazione e la messa in tensione delle funi stesse (fig 11). Il corrimano collegato ai montanti è realizzato con profilo tubolare a sezione circolare in acciaio inossidabile. Sotto il profilo altimetrico la passerella è posizionata, nei suoi due punti di appoggio laterali, ad una quota di ca. 118,72 m, cioè con l'intradosso ad una quota di

10





11



12

ca. 1,00 superiore al livello idrico di 117,72 m, come riferito nei precedenti paragrafi.

Per la passerella è stata assicurata anche una pendenza inferiore al 5% e pertanto sono rispettati i contenuti del DM 14/06/1989 n° 236 (art. 4.2.1) e del DPR 503 del 24/07/1996 (artt. 4-6), in materia di progettazione accessibile, che prescrivono che i percorsi esterni non devono superare la pendenza del 5%.

La reticolare è stata assemblata a pié d'opera in tre distinti conci: i due laterali di ca. 66 m e quello centrale di ca 28 m. Le operazioni di varo sono state eseguite mediante l'impiego di autogrù procedendo dalle sponde come si può rilevare dalle immagini che seguono (fig. 12, 13, 14).

4. ILLUMINAZIONE ED ACCENTO DELLA PASSERELLA

Le scelte di progetto e le caratteristiche degli impianti, sono state definite in modo tale da valorizzare la bellezza delle costruzioni e non deturpare le principali viste paesaggistiche.

Per quanto concerne l'impalcato, al fine di creare un percorso d'effetto garantendo comunque un'eccellente uniformità dei fasci di luce, sono stati previsti proiettori a LED da incasso che sono stati inseriti nel carter di chiusura di tutti i montanti (vedi fig. 11); il numero totale di corpi illuminanti sull'impalcato, alimentati dalle linee predisposte all'interno di appositi tubolari posti sui bordi dell'impalcato, risulta quindi essere di n° 138.

I suddetti sono di colore bianco freddo con potenza pari a 3W cadauno.

La scelta dei punti luce a LED deriva da diversi fattori quali la durata nominale, di gran lunga maggiore rispetto alle usuali lampade, che consente quindi minori manutenzioni, il minor consumo energetico, la bassa temperatura d'esercizio e l'assenza di raggi UV e IR.

Per quanto riguarda l'illuminazione e l'accento "scenografico" delle antenne e delle funi, sono stati previsti



13



14

proiettori per esterni, fissati alla carpenteria metallica delle antenne stesse, che utilizzano sorgenti luminose a LED con miscelazione cromatica additiva per generare un potente fascio di luce ed una distribuzione uniforme arricchita da suggestive variazioni cromatiche.

Tutti gli impianti sono stati realizzati in conformità alla



15

15 - Vista dell'opera finita dalla destra idraulica (lato Sassuolo - MO).
 16 - Vista dell'opera finita dalla sinistra idraulica (lato Casalgrande - RE).
 17 - Vista dell'opera finita dalla sinistra idraulica (lato Casalgrande - RE).



16



17

legge 186 del 01.03.68 ed in conformità alla norma CEI 64-8 VI° edizione Sez. 714 ed alla legge della Regione Emilia Romagna n°19/2003 sul risparmio energetico e contro l'inquinamento luminoso.

6. COLLEGAMENTI CON LA VIABILITA' ESISTENTE

Il collegamento della pista ciclo pedonale alla passerella in destra idraulica è stato realizzato con un rilevato della lunghezza di ca 85 m e larghezza in sommità di

CREDITI / CREDITS

Ente Appaltante: Provincia di Modena

Responsabile del Procedimento:

Dr. Ori Roberto – Area Territorio e Ambiente

Progettisti:

Ing. Majowiecki Massimo (IUAV Università di Venezia)

Ing. Papetti Andrea (Hydrogeo Engineering Srl)

Direzione Lavori:

Ing. Cocchi Massimiliano (Hydrogeo Engineering Srl)

Coordinatore della Sicurezza:

Ing. Ricci Marco (Hydrogeo Engineering Srl)

Collaudatore: Ing. Perretti Antonio

Impresa esecutrice:

Cisaf-Bellini Srl – Via G. Di Vittorio, 41 – Santa Sofia (FC)

Importo lavori: € 1.300.000,00

5,00 m; la sua pendenza è pari a circa 2,8 %, abbondantemente al di sotto del 5 % richiesto dalla normativa vigente.

Il piano di calpestio del rilevato di collegamento è stato realizzato in asfalto per una larghezza di 3,00 m; su entrambi i lati è stata prevista una banchina in terra per consentire la posa delle polifore, dei corpi illuminanti e, nel tratto in corrispondenza dello sbordo, di un parapetto in legno.

La parte di monte del tratto di rilevato, a mascheramento della spalla della passerella, è stato protetto da possibili erosioni causate dalle piene del fiume Secchia con un rivestimento realizzato con materassi tipo Reno. Per quanto riguarda il collegamento in sinistra idraulica, è stata realizzata una rampa di raccordo con la pista ciclo pedonale esistente: la sua pendenza è di poco inferiore al 5% ed il piano di calpestio, come in destra idraulica, è stato realizzato in asfalto per una larghezza di 3,00 m.

Entrambi i collegamenti sono stati dotati di illuminazione con corpi illuminanti su pali dell'altezza fuori terra di 3,50 m (figg. 15, 16, 17).