

ABSTRACT

La passerella progettata presenta una lunghezza di 181,10 m e attraversa il fiume Arno collegando la stazione ferroviaria di San Donnino, situata nel comune di Signa, alla frazione di Badia a Settimo nel comune di Scandicci, ed unisce i percorsi ciclo-pedonali sulle due sponde.

Sono state inizialmente valutate le soluzioni progettuali alternative a quella realmente in corso di realizzazione nel sito, esaminandone pregi e limiti, dal punto di vista della fase di costruzione, dei collegamenti con i percorsi ciclopedonali esistenti, del risultato architettonico e paesaggistico. La necessità di attraversare il fiume Arno in presenza di una ridotta distanza tra la quota delle sommità arginali e la quota del franco idraulico ha condotto alla scelta di una struttura estradossata con spessore d'impalcato contenuto, quindi che la soluzione più conveniente e aderente agli obiettivi progettuali fosse l'arco a via inferiore a spinta eliminata con due campate indipendenti.

La campata più lunga ha una luce di 135 m e una freccia dell'arco di 18 m, mentre la campata minore risulta proporzionata secondo un rapporto uno a tre, con una luce di 45 m e una freccia di 6 m. Per la tipologia di opera da progettare e con l'obiettivo di ottenere una soluzione snella ed elegante, si è deciso di realizzare il sistema arco-trave in acciaio.

Gli archi sono realizzati con profili tubolari contenuti in piani convergenti inclinati di 11° verso l'interno, così da avere collegamenti tra essi più corti, quindi più rigidi e più efficienti nella loro funzione di presidio all'instabilità. Inoltre, per fornire maggior presidio contro l'instabilità, i due archi costituenti la campata più lunga (lato San Donnino) vengono collegati in chiave, mentre nella restante parte dell'arco e nella campata più piccola (lato Badia a Settimo) il sistema di collegamento è realizzato con maglie di controventi “a K”, anche queste realizzate con profili tubolari.

Il sistema di sospensione è realizzato con uno schema a rete (Network) con pendini in funi chiuse, protette contro la corrosione.

L'impalcato è portato da due travi longitudinali di bordo con sezione “a doppio T”, in composizione saldata. Le due travi sono collegate da traversi disposti a passo 5 m, collegati a loro volta da un sistema di travette longitudinali secondarie. I traversi e le travette sono elementi metallici collegati con un sistema di piolatura diffusa in modo monolitico alla soletta in calcestruzzo, gettata su pannelli di lamiera grecata, per costituire una soluzione più resistente e più efficace alla formazione di un piano rigido.

Descrizione del lavoro di tesi

In base ai risultati compositivi di opere realizzate con schema statico simile a quello scelto, adottando relazioni di letteratura e schemi risolvibili manualmente, è stato possibile valutare i principali aspetti progettuali e i fattori che influenzano il comportamento strutturale, arrivando ad una prima forma di predimensionamento del sistema arco-trave.

La parte centrale del lavoro ha riguardato la progettazione del sistema di sospensione. Attraverso lo studio di trattazioni teoriche presenti in letteratura si sono individuate diverse tipologie di sospensioni: sistema Langer con pendini verticali, sospensione Nielsen, sospensione radiale e la sospensione con schema a rete (o Network). Visto che la forma della sospensione e le caratteristiche dei pendini influenzano pesantemente il risultato compositivo, per tenere in conto in modo più accurato dell'influenza sul comportamento strutturale di tutti questi fattori sono state esaminate una serie di soluzioni con modelli agli elementi finiti.

Per ottenere una soluzione aderente agli obiettivi progettuali prefissati, di funzionalità, economicità e snellezza, si è dovuto operare modificando diversi parametri con l'obiettivo di arrivare a capire quale fosse la configurazione più adatta. La procedura di ottimizzazione ideata è stata articolata in due fasi, limitando in ognuna le variabili in gioco, così da avere un controllo diretto e guidato dalle scelte progettuali.

Nella prima fase si mantengono fissate la forma del sistema arco-trave e le sezioni dei due elementi principali secondo i risultati del primo predimensionamento manuale, facendo variare la sospensione, secondo le tipologie studiate e il peso della quantità di acciaio per le funi. Le configurazioni ritenute efficienti per gli aspetti di sollecitazioni e spostamenti sono state analizzate in modo più approfondito nella fase successiva, mentre quelle ritenute non soddisfacenti sono state scartate.

Nella seconda fase, per le configurazioni ritenute accettabili, si è cercato di ottenere la massima efficienza. Il rapporto di forma del sistema arco-trave è ancora mantenuto costante e si mantiene costante la forma della sospensione determinata nella fase precedente, ma si fanno variare tutti gli elementi in termini di sezioni. Da ogni sistema analizzato si sono confrontati i risultati per le verifiche di resistenza, deformabilità e stabilità globale.

La variazione della quantità dei materiali richiesti si riflette nel peso della soluzione. La valutazione in termini di efficienza è stata possibile adottando il peso economico compensato, un parametro sintetico che computa l'intera quantità d'acciaio tenendo conto del diverso prezzo di quello per le funi da quello per la carpenteria metallica.

La sospensione a rete si è dimostrata la più efficiente e funzionale. La maggior lunghezza delle funi rispetto alle altre tipologie investigate ha permesso di ridurre la lunghezza libera di inflessione dell'arco, la flessione nella trave e annullare la possibilità di perdita del tiro nei pendini, con un conseguente risparmio della quantità di acciaio complessiva.

Per rappresentare il comportamento complessivo della struttura in tutte le fasi, dalla costruzione fino all'esercizio, sono stati costruiti tre modelli tridimensionali.

Il modello 1 permette di valutare le condizioni di sicurezza in fase di montaggio.

Per la fase di esercizio sono stati eseguiti due modelli: il modello 2 dove si studiano gli effetti dei carichi verticali e il modello 3 con la soletta in calcestruzzo armato, per valutare gli effetti dei carichi orizzontali.

Le combinazioni di carico sono state poi eseguite in modo manuale.

Al termine della fase progettuale è stato studiato il comportamento dinamico per l'effetto dell'azione dei pedoni. Infatti, considerare l'azione dei pedoni con un carico statico equivalente, come fanno le attuali normative, non permette di valutare gli aspetti dinamici del problema, che in primo luogo riguardano il comfort degli utilizzatori dell'opera.

Seguendo l'approccio di analisi del Sètra, si è operato scegliendo la classe del ponte e il livello di comfort obiettivo. L'analisi modale dell'opera ha permesso di individuare il rischio di vibrazione associato a ciascun modo di vibrare, individuare i carichi dinamici da applicare ed estrapolare le risposte (accelerazioni) che vengono fatte corrispondere ad una certa condizione di comfort. L'applicazione di questa procedura al modello della passerella ha dimostrato che la struttura presenta un rischio di sincronizzazione ridotto, con una condizione di medio comfort. Per questo motivo si ritiene che il Tuned Mass Damper (TMD) non sia strettamente necessario, tuttavia, con l'obiettivo di raggiungere il livello di massimo comfort sono state progettate le caratteristiche dinamiche di un TMD capace di abbattere la risposta.