

Una copertura sospesa in acciaio inox per la fiera di Roma

M. Majowiecki¹

¹ Università di Venezia - IUAV.

Introduzione

Nata nel 1953 con l'inaugurazione del primo centro espositivo della capitale, la Fiera di Roma si appresta a diventare un polo di rilievo internazionale nel settore espositivo grazie a un nuovo insediamento dotato di 186mila metri quadrati di superficie espositiva organizzata in 22 padiglioni, in linea con le più avanzate esperienze a livello mondiale. Il presente articolo illustra sinteticamente l'approccio progettuale, dalla fase concettuale a quella esecutiva, della passerella longitudinale di collegamento tra i padiglioni, realizzata con un sistema membranale in acciaio inox, sospeso, a multicampate, per uno sviluppo totale di 1.9Km.

Keywords: Copertura, Membrana, Acciaio inox.

1 Progettazione concettuale : la soluzione eticamente sostenibile

Per la Nuova Fiera di Roma, sono state esaminate, mediante la tecnica dell'Analisi del valore (VA=Value Analysis), diverse soluzioni progettuali nella ricerca di un rapporto equilibrato tra "forma" e "funzione". Questo progetto rappresenta, nell'attuale scenario realizzativo, un ottimo esempio di ricerca di una soluzione equilibrata e congruente, nell'ambito delle variabili funzionali identificate nelle ipotesi progettuali.

La soluzione progettuale olisticamente sostenibile si ottiene ottimizzando, principalmente in fase concettuale preliminare, le funzioni che costituiscono la ragione per cui il progetto è stato realizzato (ciò che è necessario e sufficiente) anche se queste hanno talvolta un carattere relativo e possono, per uno stesso progetto-realizzazione, risultare sensibilmente differenti da un committente all'altro: l'automobile, per esempio, può essere percepita da una persona essenzialmente come un mezzo di trasporto (funzione d'uso), da un'altra come "simbolo di status" (funzione di stima).

La valutazione equilibrata delle tre componenti funzionali: fu (funzione d'uso); fs (funzione di stima) e ft (funzioni tecniche), rispetto al costo globale compatibile con le risorse disponibili, identifica la qualità della soluzione progettuale ed il suo "valore".

E' evidente che per una nuova Fiera il valore formale d'immagine è molto importante e la "disponibilità a pagare" un determinato importo per la "funzione di stima" diventa una componente progettuale dominante; la soluzione progettuale deve, d'altro canto, non penalizzare la funzione d'uso (fu) nè le funzioni tecniche (ft). Il concetto di "valore" supera i limiti del "design to cost", mera ricerca di riduzione dei costi con il rischio di condizionare il progetto verso soluzioni incapaci di garantire il servizio richiesto, e quindi senza corrispondere alle esigenze di tutti gli attori in gioco (stakeholders).

In accordo con la metodologia dell'analisi del valore (VA), infatti, si può dire che dal processo progettuale multidisciplinare è stata ottenuta una soluzione con alto indice di valore (VI=value index), rapporto tra l'utilità delle funzioni (function worth) ed il costo globale per ottenerle (function cost).

2 Descrizione generale dell'opera

La struttura della nuova fiera sorge a fianco della Via Portuense in località Ponte Galeria. La localizzazione territoriale costituisce una delle scelte strategiche che meglio valorizzano la competitività della nuova fiera: I collegamenti su rotaia con la capitale e l'aeroporto sono assicurati, dal dicembre 2006, dalla nuova stazione ferroviaria "Fiera", raggiungibile in pochi minuti dalla stazione ferroviaria Roma Termini.

L'insediamento è orientato parallelamente alla linea su ferro e alla via Portuense, secondo una conformazione allungata in direzione Nord-Est/Sud-Ovest. Questa spina centrale innerva tutta la fiera, distribuendo i padiglioni e le altre strutture senza interferenze con il livello terreno, destinato alla circolazione e al parcheggio degli automezzi di servizio e degli standisti. I padiglioni, di diverse dimensioni e articolati su due livelli in prossimità della spina, sono disposti a pettine su entrambi i lati della passerella. La disposizione binata dei volumi espositivi prevede l'inserimento, fra alcune coppie di padiglioni, di edifici per i servizi complementari dedicati alle attività di rappresentanza e informative degli espositori.

L'insieme delle scelte urbanistiche, architettoniche e tecnologiche consente l'immediata riconoscibilità della nuova Fiera dall'autostrada Roma-Fiumicino e risolve i problemi di impatto ambientale, di flessibilità di utilizzo e di economia di realizzazione e di gestione, proponendo soluzioni sostenibili anche a livello economico e finanziario finalizzate alla competizione con i poli fieristici più importanti d'Europa Fig.1.

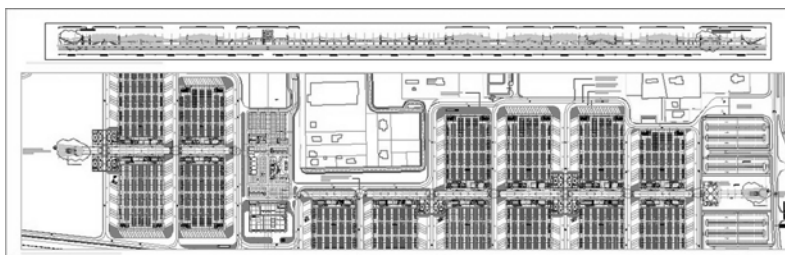


Figura 1. Vista in pianta della Nuova Fiera di Roma

3 La copertura sospesa della passerella pedonale – progettazione concettuale

La soluzione della copertura della passerella è stata scelta dopo l'analisi comparativa fra due diverse ipotesi architettonico-strutturali, mediante la tecnica VA: la prima indirizzata ad ottenere una forte immagine formale, in accordo con le tendenze contemporanee che prediligono forme espressive fortemente tecnologiche e/o scultoree con prevalenza dell'estetica sulla statica; la seconda soluzione, formalmente più discreta, si basava sulla originalità del sistema costruttivo e l'impiego di materiali usati in modo innovativo, evitando di drammatizzare e mistificare la fisica delle strutture. Nel primo caso, le potenzialità dei software e il know-how tecnologico avrebbero permesso l'adozione di quelle "free-form" tipiche di molta architettura contemporanea (con prevalente funzione di stima). Le problematiche riguardavano la difficoltà di assolvere alla funzione principale della copertura senza interferire con i padiglioni (funzione d'uso) oltre alle questioni legate ai costi di realizzazione di queste architetture formalmente innovative, piuttosto elevati.

Nel secondo caso, anche in considerazione delle grandi luci in gioco, abbiamo ipotizzato una tensostruttura composta da numerose campate sospese, nelle quali la funzione strutturale è assolta dalle sottili lamine di acciaio inox – i coil – configurate a catenaria naturale con sovrapposta una membrana impermeabile traslucida in poliestere ricoperto di PVDF, materiale adatto alle coperture a membrana che, in questo caso, svolge principalmente il ruolo di protezione del percorso sopraelevato dagli agenti atmosferici. Sviluppate entrambe le ipotesi, la seconda rappresentava un buon compromesso fra le variabili in gioco; un'immagine piacevole e suggestiva, abbinata ad una tecnologia originale ed efficiente, ad un compatibile impatto economico e, in sintesi, con un elevato IV (indice di valore) Fig.2 e Fig.3.

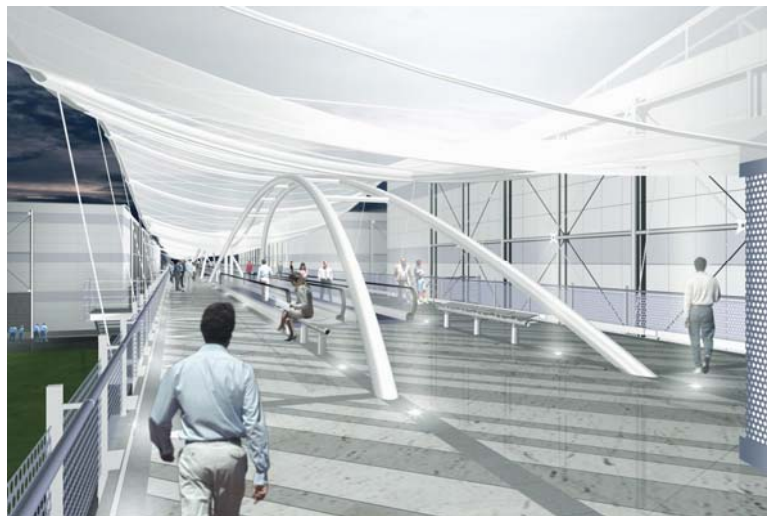


Figura 2. Passerella-Soluzione1



Figura 3. Passerella-Soluzione2

4 La soluzione adottata

Il percorso pedonale, largo circa 10 m e sopraelevato di 6 rispetto alla quota di terra, collega fra loro tutti gli edifici fieristici scavalcando la trama viaria di servizio. È accessibile dall'esterno agli estremi e al centro, in corrispondenza del centro direzionale, mediante scale mobili, rampe fisse e ascensori, che collegano il tracciato urbano con i parcheggi e le stazioni del trasporto pubblico alla passerella, presidiata dagli edifici d'ingresso. Le hall delle biglietterie, sulle quali si affacciano altri servizi come sportello bancario, bar e uffici, rappresentano i punti di accesso ufficiali per il pubblico, ma il sistema passerella-copertura costituisce un elemento continuo fra esterno e interno della fiera. Il percorso pedonale è una sorta di galleria in quota dotata di percorsi meccanizzati, coperta sopra e aperta ai lati, dalla quale è possibile abbracciare con un solo sguardo la dimensione locale della fiera e quella territoriale della campagna romana prossima alla costa Fig.4.

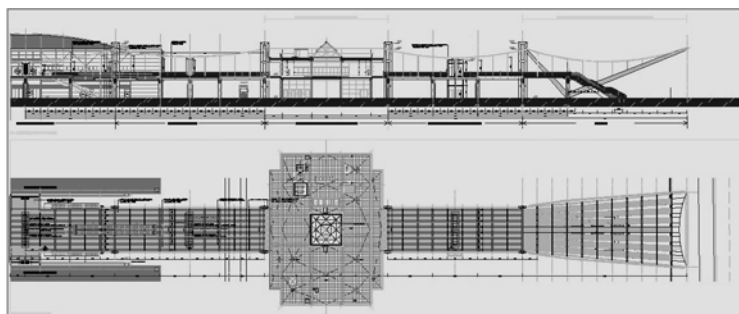


Figura 4. Vista parziale del sistema passerella-copertura vela

La struttura portante della passerella è costituita da piloni forati in calcestruzzo armato che sorreggono le travi di bordo, fra le quali sono appoggiate le predalles della soletta. Il sistema di aggancio del corrimano è stato studiato appositamente per annullare le differenze di livello causate dall'uso di travi prefabbricate lungo il bordo per il percorso.

A cadenza alternata regolare, robusti cavalletti in acciaio bianco si elevano ai lati della passerella per sorreggere la tensostruttura di copertura; ogni campata è costituita da tre elementi: il primo, lo strato inferiore, è composto da sette strisce parallele di lamina d'acciaio inox, normali coil di produzione industriale, agganciate ai cavalletti e lasciate libere di assumere la naturale forma di una catenaria (la loro funzione statica è assimilabile a quella delle funi di un ponte sospeso); sopra i coil è stata appoggiata la membrana in poliestere, il secondo elemento, ricoperta di pvdf, pre-sollecitata in fase di montaggio mediante ulteriori tubolari trasversali, che ombreggia e protegge il percorso dalle precipitazioni; i tubolari metallici disposti a 4 metri di distanza fra loro e sostenuti dai coil, il terzo elemento del sistema, garantiscono l'effetto stabilizzante dell'intera vela, e sono vincolati all'impalcato della passerella con funi metalliche collegate a molle in neoprene armato, per lasciare alla tensostruttura il necessario "respiro" che le permette una reazione morbida specie in presenza delle sollecitazioni causate dal vento .

Lo spessore dei coil e della membrana è contenuto in pochissimi millimetri: l'effetto percettivo è di leggerezza e dinamicità e, nonostante la lunghezza del percorso, l'accentuato incurvamento della tensostruttura scandisce ritmicamente uno spazio sostanzialmente unidirezionale, bandendone la prevedibile monotonia. A questo va aggiunta una componente ludica, se non addirittura divertente: il ruolo strutturale dei coil non risulta subito evidente all'osservatore, distratto dall'effetto della superficie lucida delle lamine in inox che rispecchia l'immagine di chi cammina sulla passerella. Si verifica, in sostanza, una dissociazione percettiva fra l'effettiva funzione portante di un elemento strutturale e il bizzarro gioco di riflessi di quello che potrebbe sembrare solo un rivestimento Fig. 5 e Fig. 6.

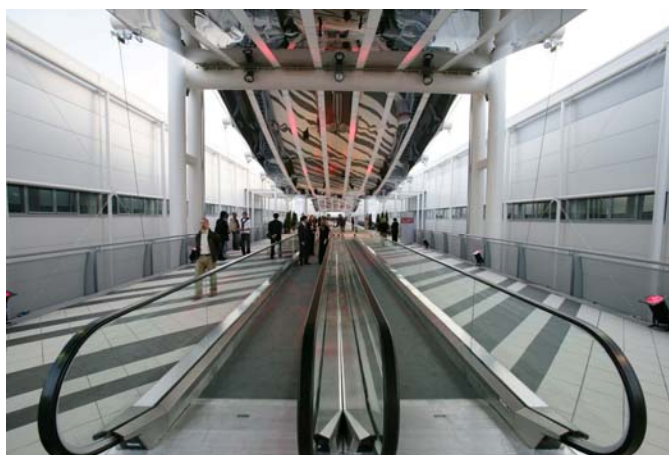


Figura 5. Vista interna



Figura 6. Vista esterna

5 Le vele: una membrana in coil di acciaio inossidabile

Dal punto di vista tecnologico, cioè dell'impiego di contenute quantità di materiali adatti a svolgere al meglio la loro funzione, la copertura del percorso pedonale costituisce il più interessante fra gli elementi architettonici della Nuova Fiera di Roma. La copertura è costituita da moduli tipici di 48 m e 53,6 m di luce libera alternati: i nastri di acciaio inox (coil), sospesi per effetto del peso proprio e dei carichi permanenti, si dispongono secondo il profilo di una catenaria naturale. Il rapporto freccia/luce è stato stabilito per conservare costante la grandezza f/L^{**2} al variare della luce del modulo: le componenti orizzontali del tiro delle catenarie rimangono perciò costanti e risultano autoequilibrate Fig.7.

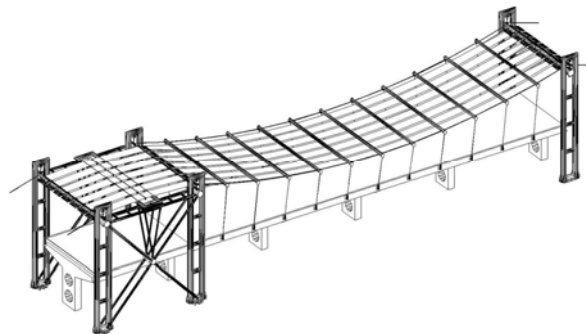


Figura 7. Modulo tipico della vela e sistema di controventamento longitudinale.

In senso longitudinale, la copertura è sostenuta da cavalletti formati da colonne a coppie di tubi in acciaio tipo S355J0 (diametro 609 mm e spessore 11mm, posti a interasse di 1,50 m) collegate fra loro da traversi orizzontali della medesima dimensione. Questi cavalletti, schematizzabili come mensole verticali, sono fondati a livello terra e dimensionati per resistere alle azioni verticali trasmesse dalla copertura appesa e alle azioni orizzontali di drag esercitate dal vento Fig.8.

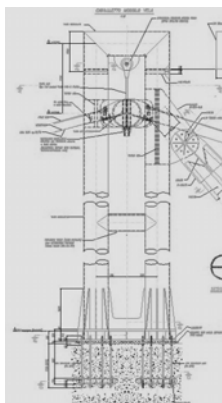


Figura 8. . Cavalletto di sostegno

La sezione trasversale tipica è caratterizzata da 7 nastri di lamiera inox, spessi 12/10mm e aventi larghezza di 1.250 mm ciascuno, accostati tra loro a lasciare 6 fessure di 300 mm. Lo spessore, al pari delle verifiche di resistenza, è subordinato alle caratteristiche meccaniche del materiale, in particolare alla resistenza allo snervamento allo 0,2 %, oggetto di certificazione da parte del produttore. Per la copertura della passerella della Nuova Fiera di Roma sono state utilizzate circa 120 ton. di nastri in lamiera inox Ugibright, di tipo AISI 304 BA (Bright Annealed), con finitura a specchio, ottenuta con il processo di ricottura dell'acciaio laminato in atmosfera inerte. Oltre alla brillantezza e alla riflessività, le sue principali caratteristiche sono la resistenza meccanica e l'alta resistenza alla corrosione per i gradi AISI 304 (norma EN 14301) e AISI 316L (norma EN 14404).

Il nastro di acciaio inox, dispiegato dai rotoli presi così come escono dallo stabilimento di produzione, è stato tagliato con strumenti ad alta precisione, per ottenere la misura esatta necessaria alla creazione della catenaria ricercata, e ancorato, mediante bullonatura e sistema a pressione che trasmette le sollecitazioni per attrito, all'elemento trasversale sospeso sui piloni doppi, concepito per consentire l'adattamento longitudinale degli sforzi e degli spostamenti.

Sull'insieme dei tali nastri è stata distesa la membrana continua e sopra di essa, con passo longitudinale tipico di 4 m, sono stati sistemati una serie di traversi in tubo metallico, lunghi 12 m e di diametro 273 mm. Alle estremità dei tubi è stata ancorata la membrana, che risultava così presollecitata in senso trasversale prima che il sistema di martinetti iniziasse a sollevare la struttura. Il collegamento dei pendini verticali in fune spiroidale (diametro 12 mm), con lunghezza variabile in funzione della quota locale della catenaria, ai tubi trasversali e all'impalcato sottostante

attraverso molle in neoprene armato, e la successiva loro messa in tensione assicurano la trasmissione di vibrazioni a bassa frequenza e di movimenti lenti, riducendo anche rumori e scricchiolii in caso di sollecitazioni alla struttura portata Fig.9.

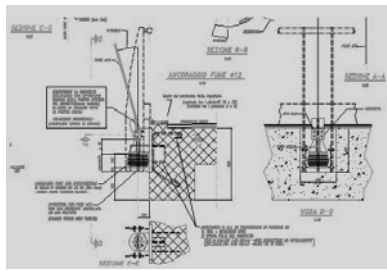


Figura 9. Ancoraggio pendini

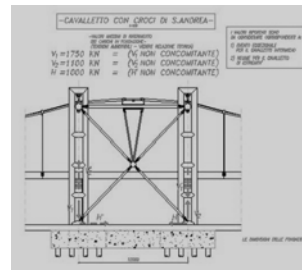


Figura 10. Controvento longitudinale

I pendini hanno una giacitura verticale nel prospetto longitudinale e inclinata nella sezione trasversale, per svolgere efficacemente un'azione di ritegno anche rispetto all'azione di drag trasversale. L'operazione di aggancio dei pendini ha prodotto una presollecitazione nella copertura, che mantiene le funi tese anche in la presenza dei carichi variabili di progetto sulla copertura (neve, vento in pressione e variazioni termiche).

In zone intermedie del percorso pedonale, verso il centro direzionale, in corrispondenza dell'ultimo cavalletto sono stati inserite due coppie di tiranti inclinati per gamba realizzati in piatti, che trasferiscono alle strutture di fondazione la componente orizzontale del tiro della lamiera di copertura, localmente disequilibrata per mancanza del campo adiacente.

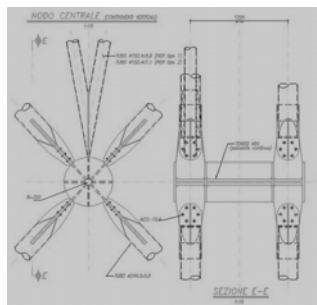


Figura 11. Dettaglio centrale controvento

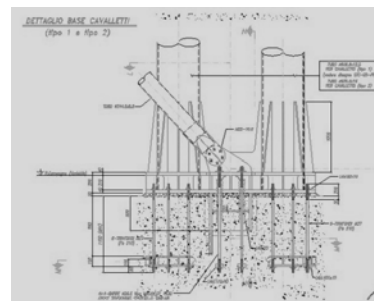


Figura 12. Dettaglio ancoraggio controvento

Nei punti intermedi della copertura, in genere ogni tre moduli, il cavalletto intermedio tipico è sostituito da un doppio cavalletto formato da gambe poste a distanza longitudinale reciproca di 12 m, con un sistema di tiranti in tubi a croce di

Sant'Andrea. Questa controventatura impedisce che l'eventuale crisi accidentale di un solo modulo di copertura determini il collasso progressivo dell'insieme in accordo con quanto prescritto dall'Eurocodice 1. Fig10. Fig 11- Fig12.

Alle estremità del percorso pedonale, verso gli ingressi, è previsto un modulo di copertura speciale composto da due strutture a V longitudinali, con sezione trasversale triangolare formata da piatti saldati. Un'estremità di ciascuna V controventa in testa l'ultimo cavalletto mentre l'altra si apre in trasversale a sostenere un traverso-puntone, sul quale è ancorata l'ultima porzione di copertura formata da coil di lamiera con spessore non tipico di 15/10 mm che, in pianta, si allargano a ventaglio Fig.10 e Fig.11

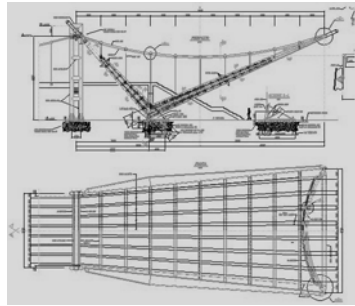


Figura 13. Modulo di ingresso



Figura 14. Vista dell'ingresso principale

La membrana impermeabilizzante posta a copertura del camminamento principale è costituita da un materiale composito con fibre di poliestere ad alta resistenza, comprese fra due strati di materiale polimerico (tipo Ferrari Preconstraint 1202). La finitura superficiale anti-polvere è in PDF non saldabile (tipo Fluotop T2), un materiale capace di mantenersi pulito anche in presenza di condizioni atmosferiche e di inquinamento estreme.

Le caratteristiche della membrana sono state definite, in sede di progetto, in rapporto alle diverse aree di copertura tipica, curando sia particolari di aggancio alle strutture in carpenteria metallica sia l'entità e le modalità della presollecitazione, che deve resistere ai carichi di picco locale del vento ottenuti dalle prove in galleria del vento.

6 Conclusioni

La soluzione progettuale della copertura a “vela” della passerella longitudinale della Fiera di Roma è stata identificata, tra diverse alternative, mediante l'analisi del valore. Tenendo in considerazione la sostenibilità finanziaria sono state abbandonate soluzioni di Free-Form-Design per una idea governata da un processo di Form-Finding; si è così adottato una soluzione tipologica architettonico-strutturale originale realizzata con coils di acciaio inox, semplicemente sospesi a naturale configurazione catenaria membranale su multicampate di luci variabili tra 50 e 70 m, per un totale di 1.9 Km.. La membrana metallica portante, è ricoperta da una seconda membrana in poliestere e PVDF.

Credits e riferimenti

Sup. percorso coperto: 19.000 m²

Lunghezza percorso coperto: 1,9 km

Committente: Fiera di Roma spa

Progettazione

Architettonica e urbanistica: Studio Valle Progettazioni srl

Strutture in acciaio: prof. ing. Massimo Majowiecki

Realizzazione

General contractor: Lamaro Appalti spa

Strutture metalliche e copertura passerella centrale: CDI - Consorzio Carpenteri d'Italia (Cometal spa - BIT spa - M.B.M. spa)

Telo di copertura passerella: Canobbio spa

Riferimenti:

G. La Franca: La Nuova Fiera di Roma, Il Nuovo Cantiere, Ottobre 2006, n.8.