

TRASPORTI

& cultura

53

rivista di architettura delle infrastrutture nel paesaggio



**CITTÀ E PICCOLI BORGHI, TECNOLOGIE
PER TRASPORTI A DIMENSIONE UMANA**

Comitato Scientifico:

Oliviero Baccelli
CERTeT, Università Bocconi, Milano

Paolo Costa
già Presidente Commissione Trasporti Parlamento
Europeo

Alberto Ferlenga
Università Iuav, Venezia

Giuseppe Goisis
Filosofo Politico, Venezia

Massimo Guarascio
Università La Sapienza, Roma

Stefano Maggi
Università di Siena

Giuseppe Mazzeo
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli

Cristiana Mazzoni
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture,
Strasbourg

Marco Pasetto
Università di Padova

Franco Purini
Università La Sapienza, Roma

Michelangelo Savino
Università di Padova

Enzo Siviero
Università telematica E-Campus, Novedrate

Zeila Tesoriere
Università di Palermo - LIAT ENSAP-Malaquais

Luca Tamini
Politecnico di Milano

Maria Cristina Treu
Architetto Urbanista, Milano



Rivista quadrimestrale
gennaio-aprile 2019
anno XIX, numero 53

Direttore responsabile
Laura Facchinelli

Direzione e redazione
Cannaregio 1980 – 30121 Venezia
e-mail: laura.facchinelli@trasportiecultura.net
laura.facchinelli@alice.it

La rivista è sottoposta a double-blind peer review

Traduzioni in lingua inglese di Olga Barmine

La rivista è pubblicata on-line
nel sito www.trasportiecultura.net

2019 © Laura Facchinelli
Norme per il copyright: v. ultima pagina

Editore: Laura Facchinelli
C.F. FCC LRA 50P66 L736S

Pubblicato a Venezia nel mese di aprile 2019

Autorizzazione del Tribunale di Verona n. 1443
del 11/5/2001

ISSN 2280-3998 / ISSN 1971-6524

TRASPORTI

**5 CITTÀ E PICCOLI BORGHI,
TECNOLOGIE PER TRASPORTI A
DIMENSIONE UMANA**

di Laura Facchinelli

**7 INTRODUZIONE: TRASPORTI
PUBBLICI E TRAFFICO PRIVATO
NELLE CITTÀ**

di Stefano Maggi

13 ASCENSORI IN CITTÀ

di Marco Pasetto e Giovanni Giacomello

**21 SISTEMI DI TRASPORTO
INNOVATIVO E PICCOLE CITTÀ:
ESPERIENZE EUROPEE**

di Andrea Spinosa

31 IL TRASPORTO A FUNE A NAPOLI

di Giuseppe Mazzeo e Carmela Fedele

**41 MARCONI EXPRESS: LA MONORAIL
DALL'AEROPORTO DI BOLOGNA
ALLA STAZIONE CENTRALE**

di Rita Finzi

**47 TRAM, METRO E TRENI PER IL
RIDISEGNO DEL SISTEMA URBANO
POLICENTRICO DELLA CITTÀ DI
SASSARI**

di Alfonso Annunziata, Giuseppe Fiori e
Francesco Annunziata

**57 INTERMODALITÀ, TERRITORIO E
ARCHITETTURA: IL NUOVO POLO
INTERMODALE DELL'AEROPORTO
DI TRIESTE**

di Claudio Meninno e Adriano Venudo

**65 LA RIAPERTURA DELLA FERROVIA
FOGGIA-LUCERA**

di Salvo Bordonaro

**73 CONEGLIANO E LA FERROVIA:
STORIA E SVILUPPO URBANISTICO**

di Federico Antoniazzi, Sara Gerometta,
Elodie Manceau e Mirco Modolo

**81 I SISTEMI ETTOMETRICI:
SOLUZIONI DI INGEGNERIA
APPLICATE AL TERRITORIO**

di Tito Berti Nulli

**87 L'INNOVAZIONE DEI SISTEMI
DI MOBILITÀ IN ITALIA:
UN'OPPORTUNITÀ STRATEGICA
PER IL MIGLIORAMENTO DELLA
QUALITÀ URBANA**

di Michelangelo Savino

cultura

**97 IL WORLD TUNNEL CONGRESS
2019 A NAPOLI. OPERE
IN SOTTERRANEO, FRA
INNOVAZIONE, TECNOLOGIA,
ARCHITETTURA E ARTE**

di Giovanni Giacomello

**101 SEMPRE SULLE CORDE. LE
FUNIVIE CONNETTONO**

di Laura Facchinelli

**105 VENEZIA: FERROVIE E GRANDI
INFRASTRUTTURE**

di Laura Facchinelli e Michelangelo Savino

Cities and small towns, transportation technology at the human scale

by Laura Facchinelli

The idea for this issue arises from our familiarity with Tuscany, Umbria, with our regions where cities were founded on hilltops and only in recent decades have expanded into industrial and residential districts on the plain, served by railway and high-speed road systems. The residents of hilltop towns have always been accustomed to steep slopes and stairs in their everyday lives, and similar difficulties challenge visitors to cities that are fascinating in terms of urban structure and atmosphere, dating back to the Medieval era. The temptation today, which is sometimes a necessity, is to use the automobile, with the inevitable consequence that it now invades our streets, sacrifices pedestrian spaces, undermines air quality. Only the structure of certain ancient hill towns makes it practically impossible for automobiles to circulate, but often this is considered to be a limit, leading to a serious problem of accessibility that can discourage both residents and tourists.

How can this problem be addressed?

To get past the steep stretches, the science of engineering has, since the late nineteenth century when automobiles did not yet exist, developed mechanized transportation systems that make it possible to travel up steep inclines, rapidly and in a straight line, that otherwise would require long journeys along winding roads. Gradually, technological progress has led to increasingly sophisticated and efficient systems known as "eptometric": technologies for distances symbolically calculated as 100 metres long (an eptometre) to travel by ropeways, vertical or inclined elevators, people movers.

Today the problem appears particularly urgent: for better accessibility, a city and especially a small town on the margins of the larger flows, may offer a better quality of life, and can therefore encourage residents to stay, or return there. There is also a perspective of tourist development, which could be an important factor in the economy of a region.

Naturally planning a new public transport system must follow from specific decisions made by local administrations. It is therefore important, in assessing the relationship between costs and benefits, that the positive effects under consideration include often "forgotten" factors such as reducing pollution, saving time to travel from one place to another, reducing stress, and as a result improving citizens' psychological and physical wellbeing, and contributing to reduce social inequality. It is necessary – when traditional transportation services are inadequate – to open the mind to unexpected and even daring new solutions.

In cities, in small towns, in all the places that – in our country – have some history, eptometric systems raise questions about the compatibility of technology (with its mechanisms, forms, dimensions, materials) with the urban fabric that has survived over the centuries and sometimes remained miraculously intact. This means that these technologically innovative infrastructures, a visible and lasting expression of modernity, must respect the history of these places, their beauty and harmony. So before introducing high-tech transportation systems, it is important to define the solutions that can adapt best; the systems must be designed carefully and intelligently. Not necessarily by commissioning a trendy architect, who might impose his hallmark style. It could on the contrary be an opportunity to involve local professionals who know the history and the face of their own territory and that, stimulated to examine similar situations, might mature new experiences.

With a watchful administration, balanced decisions, careful calculations of the construction and management costs, the social and economic results of a system will probably be positive.

Familiarity with the territorial configuration of our country leads us to focus on small to medium cities, but eptometric systems are equally suited to solve the mobility requirements of metropolitan cities as well. The geographical distance should not cause us to forget that in other continents, ropeways for example have also been introduced in large urban agglomerations: a measure that not only slows down the exponential growth of traffic, but has always, in certain peripheral districts, demonstrated a social value of inclusion, and possible advancement.

Città e piccoli borghi, tecnologie per trasporti a dimensione umana

di Laura Facchinelli

L'idea di questo numero della rivista nasce dalla conoscenza della Toscana, dell'Umbria, delle nostre regioni dove le città sono sorte arroccate su una collina e solo negli ultimi decenni si sono estese con insediamenti produttivi e residenze nella pianura, che è servita dalla ferrovia e da arterie stradali percorribili velocemente. Gli abitanti dei centri storici in collina sono da sempre avvezzi, nella vita quotidiana, ai percorsi acclivi e alle scalinate, e analoghe difficoltà si trovano ad affrontare i visitatori di quelle città affascinanti per la struttura urbana e l'atmosfera che risalgono fino al Medioevo. La tentazione, quando non necessità, oggi, è quella di usare l'automobile, con l'inevitabile conseguenza che questa invade le strade, sacrifica gli spazi pedonali, compromette la qualità dell'aria. Solo la struttura di certi antichi borghi rende praticamente impossibile la circolazione delle automobili, ma questo non di rado è vissuto come un limite. Pertanto si presenta un serio problema di accessibilità, che può scoraggiare sia gli abitanti che i turisti.

Come affrontare il problema?

Per superare i tratti acclivi, l'ingegneria ha messo a punto – già da fine '800, quando gli autoveicoli ancora non esistevano – speciali sistemi di trasporto meccanizzati che consentivano di superare dislivelli, di compiere velocemente in linea retta percorsi che altrimenti obbligavano a tempi lunghi su tracciati tortuosi. Gradualmente, lo sviluppo della tecnologia ha portato ad impianti sempre più sofisticati ed efficienti. Si tratta dei sistemi cosiddetti "ettometrici": tecnologie per distanze simbolicamente calcolate sui 100 metri (l'ettometro, appunto), da superare con funicolari, ascensori verticali o inclinati, people mover.

Oggi il problema si presenta con particolare urgenza: con una migliore accessibilità, una città, in particolare una piccola città periferica rispetto ai grandi flussi, può offrire una migliore qualità della vita, e quindi può invogliare gli abitanti a rimanervi, o a ritornarvi. Si pone anche una prospettiva di valorizzazione turistica, che può costituire una voce importante per l'economia di un territorio.

Naturalmente la programmazione di un nuovo sistema di trasporto pubblico nasce da una scelta precisa delle amministrazioni locali. È necessario che, nel valutare il rapporto costi-benefici, si considerino, fra gli effetti positivi, voci purtroppo spesso "dimenticate" come la riduzione dell'inquinamento, il minor perditempo negli spostamenti, il minore stress, e quindi il conseguente maggior benessere psico-fisico dei cittadini, oltre al contributo per la riduzione degli squilibri sociali. È necessario – quando i servizi di trasporto tradizionali sono inadeguati – aprire la mente a possibili soluzioni nuove, inaspettate, persino audaci.

Nelle città, nei piccoli borghi, in tutti i luoghi che – nel nostro paese – hanno una storia, i sistemi ettometrici pongono però interrogativi sulla compatibilità della tecnica (con i suoi meccanismi, le forme, le dimensioni, i materiali) con i tessuti urbani che hanno attraversato i secoli restando, talvolta, miracolosamente intatti. Ciò comporta che queste infrastrutture tecnologicamente innovative esprimano la modernità, visibili e persistenti nel tempo, sappiano rispettare la storia dei luoghi, la loro bellezza, la loro armonia. Pertanto, per introdurre sistemi di trasporto ad alta tecnologia, si debbono individuare le soluzioni più adatte; gli impianti vanno progettati con cura, con intelligenza. Non necessariamente chiamando un architetto di grido, che probabilmente imporrebbe la propria cifra stilistica. Si potrebbe, invece, cogliere l'occasione per coinvolgere i professionisti locali che conoscono la storia e la fisionomia del proprio territorio e che, stimolati al confronto con altre situazioni, potrebbero maturare nuove esperienze.

Con un'amministrazione accorta, con scelte equilibrate, calcolando correttamente il costo della costruzione e quello della gestione, il bilancio economico-sociale di un impianto probabilmente risulterà in attivo.

La familiarità con la configurazione territoriale del nostro Paese ci induce a considerare soprattutto le città medio-piccole, ma i sistemi ettometrici ben si prestano a risolvere le esigenze di mobilità anche delle metropoli. La lontananza geografica non ci faccia dimenticare che in altri continenti, per esempio, sono stati introdotti impianti a fune anche nei grandi agglomerati urbani: una misura che, oltre a frenare la crescita esponenziale del traffico, ha assunto, per alcuni quartieri periferici, una valenza sociale di inclusione, di possibile riscatto.



Marconi Express, la monorail dall'aeroporto di Bologna alla stazione centrale

di Rita Finzi

Con il Marconi Express, Bologna si proietta nel futuro, realizzando un progetto innovativo per il nostro paese. Si tratta, infatti, della prima monorotaia in Italia; con ruote in gomma, alimentato elettricamente e privo di conducente a bordo essendo totalmente automatico; una grande innovazione dal punto di vista tecnologico, nella regolazione della circolazione e nelle caratteristiche architettoniche. L'infrastruttura, che si sviluppa per 5 km collegando la stazione ad alta velocità all'aeroporto di Bologna, è composta da due capolinea: "Aeroporto" e "Stazione FS", più una stazione intermedia, "Lazzaretto", posta a circa metà del percorso. In questa stazione si incrociano le vetture ed è presente il deposito-officina, ove è dislocato il posto di comando centralizzato.

Dallo scalo Marconi sarà possibile raggiungere in circa 7 minuti la stazione ferroviaria, da qui Firenze in 30 minuti, Milano in 1 ora e Roma in 2. Il tempo medio di attesa previsto in ora di punta è di soli 3 minuti e 45 secondi, ma la tecnologia è in grado di adattare in tempo reale la frequenza delle corse alla domanda degli utenti, rendendo più efficiente il sistema, soddisfacendo la clientela e permettendo di ottimizzare i costi di gestione dell'infrastruttura. Il Sistema trasporterà fino a 50 passeggeri per veicolo. Elementi come la passerella, il ponte per lo scavalco del sistema autostradale e le fermate sono stati studiati pensando ai fattori ambientali caratterizzanti il paesaggio bolognese e sono stati disegnati dall'architetto Massimo Iosa Ghini. Il progetto, infatti, si sviluppa con l'idea di integrazione con il contesto bolognese interpretando in chiave contemporanea le forme e gli archetipi dell'edilizia rurale di pianura.

Storia del progetto

La società di progetto concessionaria Marconi Express SpA, responsabile della progettazione, costruzione e gestione per 40 anni dell'infrastruttura, si è costituita all'indomani dell'aggiudicazione, con la partecipazione al 75% del Consorzio Integra, a cui la società ha affidato la costruzione, e al 25% di Tper, a cui ha affidato la futura gestione. La firma dell'accordo quadro fra Regione Emilia Romagna e Comune di Bologna del 2006 sancì l'avvio del progetto Marconi Express, che è passato poi attraverso un lungo ed accurato iter autorizzativo, fino all'apertura dei cantieri avvenuta a ottobre del 2015. L'avvio dell'esercizio commerciale del people mover con l'apertura al pubblico è previsto entro il 2019. L'intera infrastruttura, completa della tecnologia di trasporto, ha richiesto un investimento complessivo di circa 125 mln di euro

Marconi Express, the monorail between the Bologna airport and the central rail station

by Rita Finzi

The project was developed to establish a link with the countryside outside Bologna, giving a modern interpretation to the forms and archetypes of the rural architecture of the plains. The architectural elements that constitute the walkway, the bridge and the stops were designed taking into account the interesting environmental features that characterize the area around the city. The infrastructure, which is 5095 metres long, is composed of a monorail with two terminals – one at the airport and one at the train station – with an intermediate stop at Lazzaretto, about halfway along the route, where the cars cross paths. The stops and the bridge over the ring-road/motorway system were designed following a model of architecture that considers the need to connect the infrastructure to an urban fabric that is set to undergo major redevelopment work, but is partially absorbed by the outlying countryside. Its stops are located in different contexts in terms of both architectural structure and urban fabric. The project emerges as an opportunity to create a long and environmentally friendly 'belt', with photovoltaic panels and green areas. The architecture of the route and the individual stops blends into the urban setting, using elements that create transparency and lightness, and conveying the idea of motion while also drawing inspiration from traditional forms. The stations are an excellent example, because they fit into the landscape beautifully, borrowing the architectural forms and lines of the rural architecture of the plains.

Nella pagina a fianco, in alto: la struttura, i piloni e i pannelli fotovoltaici; al centro: la monorotaia e la sua struttura portante; in basso: la stazione all'Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna.

Progetto architettonico



1 - Vista dall'esterno della stazione "Lazzaretto".

2 - I sistemi di sicurezza con doppia porta.

3 - Il capolinea "Stazione FS".

di cui 25 mln apportati dai soci di Marconi Express, 27 mln di contributo pubblico regionale, 13 mln da parte dell'Aeroporto di Bologna, principale fruitore del servizio, e 60 mln finanziati dalle Banche. Il debito verso le Banche verrà restituito dal Concessionario, secondo il Piano Economico Finanziario in circa 15 anni, attraverso i ricavi da bigliettazione, che nel piano si stimano in graduale crescita di anno in anno, vista l'ascesa dei volumi di traffico dell'Aeroporto di Bologna.

Il progetto del Marconi Express è stato curato dalla società di ingegneria STS di Bologna in collaborazione, per il concept architettonico, con l'architetto Massimo Iosa Ghini ed il suo studio associato. La costruzione interamente in acciaio dona un'inusitata leggerezza alla struttura, che poggia su pile di calcestruzzo. Anche le stazioni sono in struttura metallica; il tutto è verniciato di un bianco che permette alla struttura di inserirsi nel paesaggio bolognese. La trave metallica, composta a sua volta da due travi pre-assemblate, è l'elemento più importante del sistema strutturale che caratterizza l'opera perché rappresenta la rotaia stessa su cui corrono le navette dove prendono anche energia permettendo di evitare l'utilizzo di linee elettriche aeree.

Le campate dell'infrastruttura vanno dai 25 ai 60 mt il che vuol dire dalle 35 alle 80 tonnellate di peso. La campata tipo ha una luce di 35 m e le travi delle singole campate sono collegate fra loro con un giunto Gerber, un sistema piuttosto complesso che permette un movimento di sola rotazione sull'asse orizzontale, escludendo il movimento torsionale.

La navetta, che presenta due coppie di ruote di scorrimento e 4 più piccole di stabilizzazione, è progettata in maniera che ci sia sempre una sola ruota per volta sul giunto stesso, assicurando il massimo del comfort.

L'opera è sicuramente unica nel panorama infrastrutturale italiano e rara in quello mondiale, perché di solito simili monorotaie vengono realizzate su strutture in calcestruzzo armato e, in ogni caso, con meno vincoli di spessore strutturale che si traducono di conseguenza in un maggiore impatto visivo. Al di là della forma-funzione, lo studio Iosa Ghini ha cercato di dare al progetto una sua propria e contemporanea identità nel rispetto del contesto e della tradizione inerente al tessuto urbano nel quale si va ad inserire. Per questo motivo si è ispirato a elementi caratteristici della città e della sua prima periferia, caratterizzata da una campagna tipica padana: così le pile di sostegno del tracciato evocano l'imposta dell'arco tipico dei portici bolognesi, l'inclinazione dei portali sull'A14 ricorda quella delle 2 torri, la forma delle stazioni stesse richiama l'archetipo delle abitazioni di pianura dell'Emilia e così via. Progettare e "vestire" quest'opera infrastrutturale è stata anche per l'Arch. Iosa Ghini l'occasione per ribaltare l'opinione comune, che considera le grandi infrastrutture solamente funzionali all'attività per la quale sono state progettata e realizzate, tramite l'elevazione della stessa a status di opera architettonica attraverso la ricerca di soluzioni progettuali, stilistiche e di ricerca sui materiali utilizzati che le possano donare un valore sul piano sia dell'estetica e della memoria collettiva che della sostenibilità ambientale.

La via di corsa

Il tracciato della linea è lungo per la precisione 5.095 m e si snoda interamente in sopraelevata, dove corre una monorotaia dedicata. La struttura è sorretta da 125 pile in calcestruzzo di altezza variabile compresa fra 5,2 e 18 mt, costruite con una distanza di 30 o 40 m l'una dall'altra. La scelta delle luci discende ovviamente dalla tipologia di vin-

coli al suolo oltre che dalla scelta di contenere lo spessore della struttura portante a soli 130 cm per ridurre l'impatto visivo dell'opera, enfatizzandone la snellezza. Così facendo l'altezza delle pile è sempre ridotta nell'ambito urbano raggiungendo valori maggiori in corrispondenza del superamento del fiume Reno, dell'autostrada A14 e della cava Berleta. In quest'ultimo caso l'altezza massima raggiunta, pari a 25 m, non corrisponde ad un aumento della quota di scorrimento della via di corsa del people mover ma alla depressione del terreno di fondazione all'interno dell'invaso di una cava. I piloni poggiano in ex cave o aree demaniali disabitate per annullare ogni interferenza con il tessuto urbano e infrastrutturale bolognese.

La specificità strutturale principale del viadotto discende dalla scelta di utilizzare la struttura stessa come via di corsa del mezzo. Ciò ha suggerito la realizzazione della struttura portante come coppia di travi in composizione saldata, calandrate in pianta e sciabolate in verticale, la necessaria rigidità torsionale è stata ottenuta collegando le travi con una coppia di lamiere orizzontali bullonate in opera durante il premontaggio a terra delle campate. Queste lamiere prevedono dei fori necessari per effettuare le bullonature dall'esterno e dei campi rimovibili per agevolare l'accesso interno e l'ispezione. Anche i diaframmi interni, presenti con passo tipico di 2,5 m, sono stati realizzati mediante bullonatura integrale con correnti in profilati presso piegati accoppiati. Alternativamente i diaframmi portano la struttura della passerella, che è flangiata all'esterno ed è sorretta da profili laminati che variano dal HEA100 al HEA200. La bullonatura ha consentito di adeguare la struttura alle geometrie spaziali complesse richieste dal progetto viario e il suo dimensionamento in classe C ha permesso di garantire l'indeforabilità assoluta della sezione anche rispetto al superamento dello stato limite di servizio. Stante la ridotta area della sezione trasversale, larga 105 cm e alta 130 cm i diaframmi sono stati dimensionati a telaio, senza diagonali, ad eccezione di quelli prossimi alle pile; la scelta dei collegamenti bullonati e la loro disposizione ha permesso di garantire una vita illimitata dell'opera nei confronti dei fenomeni di fatica, pur in presenza di una struttura estremamente leggera nella quale il delta sigma dovuto ai carichi mobili è particolarmente rilevante rispetto allo stato di sollecitazione totale. Un discorso particolare meritano le soluzioni adottate per garantire il vincolamento della struttura alle pile senza disporre i circa 250 appoggi a reazione negativa necessari per collegare l'impalcato alle pile e le soluzioni adottate per garantire lo scorrimento del mezzo sopra i giunti di dilatazione necessari ogni 60 m al massimo con limiti molto stringenti di deviazione angolare e scorrimento.

Stazioni e navette

Nella fermata intermedia di Lazzaretto sono previsti l'incrocio delle vetture, il deposito-officina e il posto di comando centralizzato per la gestione in remoto del sistema. Questa fermata è situata all'interno del nuovo comparto urbano nel quale trova posto il nuovo polo universitario e un'area destinata allo sviluppo residenziale e terziario. Le navette predisposte saranno tre al lancio, con la possibilità di implementarne un'ulteriore successivamente, qualora se ne dovesse avere necessità. La capacità omologata va da un minimo di 50 pas-



seggeri per veicolo a un massimo di 72, dato calcolato sulla base di 4 o 6 persone a metro quadro, comprese le valigie. Con due veicoli il sistema è in grado di trasportare almeno 420 passeggeri per direzione l'ora, 840 nelle due direzioni; con tre veicoli, i passeggeri/ora per direzione diventano 560, 1.120/ora nelle due direzioni. La capacità di trasporto del sistema, con soli 2 veicoli in funzione, va quindi dai 3,3 ai 5 milioni di passeggeri all'anno, secondo le ore di funzionamento.

4 - La navetta automatica P30 della Intamin Transportation.

5 - Particolare dell'illuminazione e dei pannelli informativi presenti nelle stazioni.

Tecnologia

A differenza dei classici impianti a fune orizzontale, il Marconi Express è a trazione elettrica, a 750 Volt in corrente continua, la medesima tensione della rete filoviaria cittadina. La tecnologia, fornita dalla società svizzera Intamin Transportation, leader mondiale in questo settore, ha caratteristiche innovative: guida vincolata su sede propria, alimentazione elettrica, automazione integrale (senza guidatore a bordo), con porte di banchina per la massima sicurezza dei passeggeri in stazione. I veicoli corrono su di una trave metallica-via di corsa, ad una altezza media di circa 6-7 m dal piano di campagna, dalla quale si può scendere, ogni 500 m, attraverso scale di sicurezza collegate ad una passerella d'emergenza che affianca la via



6 - Particolare della mono-rotaia e della passerella di emergenza.

di corsa lungo l'intero tracciato. Un'innovazione importante è costituita dall'installazione di pannelli fotovoltaici integrati su circa la metà della via di corsa, pannelli che, con una capacità produttiva di 665 MWh annui, sono in grado di fornire il 35% dell'energia necessaria per il funzionamento del sistema, e generando un impatto ambientale positivo pari a 300 tonnellate di CO₂ in meno o 14.000 alberi in più.

Sostenibilità

Il progetto preliminare, predisposto dal Comune di Bologna, aveva già individuato un tracciato a bassissimo impatto ambientale, attraversando per la maggior parte del percorso aree ai margini della città, prive di abitazioni e fabbricati in genere. La preoccupazione del concessionario, infatti, è sempre stata quella di realizzare un'opera d'ingegneria che comunque si inserisse in modo equilibrato e compatibile con il contesto, con particolare attenzione al disegno delle pile e delle strutture delle tre stazioni. L'architettura dell'intero progetto tiene conto e conferisce priorità all'esigenza di efficienza energetica, di riduzione dell'impatto ambientale, del comfort e della qualità della fruizione per gli utenti. Il linguaggio architettonico rispecchia la volontà di realizzare un progetto che dialoghi con l'aspetto tecnologico delle nuove risorse energetiche con l'attenzione rivolta alla qualità dell'ambiente ed al risparmio energetico. Queste tematiche, care all'architetto Iosa Ghini, coinvolgono anche la scelta dei materiali e delle soluzioni tecnologiche. Il materiale di rivestimento utilizzato per le stazioni, la lamiera stirata in acciaio, permette di far filtrare la luce e rende più luminosi gli ambienti, consentendo un risparmio sull'illuminazione artificiale mentre l'orientamento delle strutture e del percorso è una delle linee guida dell'idea progettuale grazie alla quale sono posti i pannelli fotovoltaici, sia sulla balastra della passerella sia sulle falde inclinate della copertura della fermata Lazzaretto: nel primo caso il disegno nasce per migliorare la resa dei moduli, nel secondo la copertura della stazione è sfalsata per permettere l'inserimento dei pannelli a sud ovest. La superficie della lamiera stirata in acciaio si collega

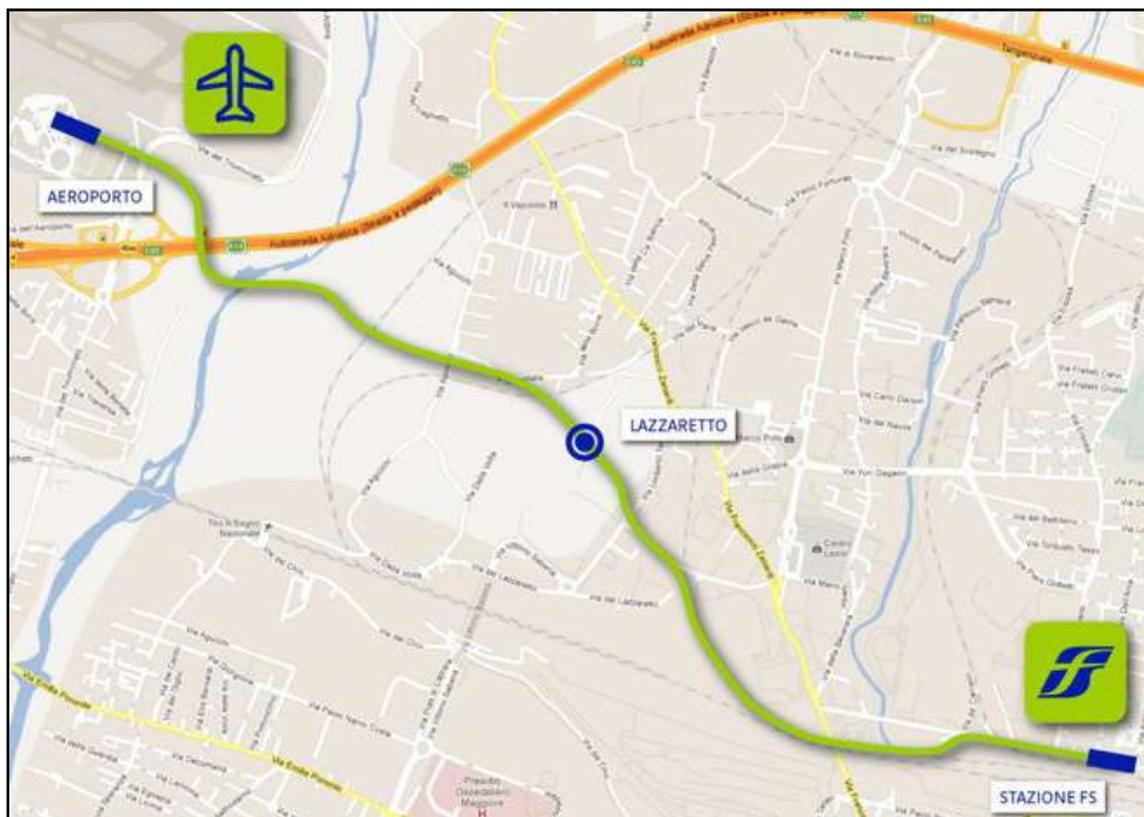
alla struttura, permettendo l'alloggiamento dei sistemi fotovoltaici non disturbando l'architettura del paesaggio circostante, ma mantenendo la loro funzione di generatori di energia. Dal punto di vista energetico questi pannelli, per il loro posizionamento, garantiscono i requisiti di performance energetica non compromettendo il sistema strutturale dell'involucro delle stazioni e del percorso.

Il ponte sull'autostrada A14

L'opera che, all'interno dell'intero progetto, ha richiesto più impegno, offrendo anche le maggiori soddisfazioni, è sicuramente il ponte autostradale. Dal punto di vista ingegneristico costituisce un piccolo capolavoro: la luce massima dell'impalcato è pari a 95 m, nel punto in cui si rende necessario superare l'autostrada A14, avendo la necessità di oltrepassare, non in ortogonale, le 12 corsie autostradali di transito e 4 corsie di emergenza presenti nella configurazione finale di progetto del sistema tangenziale di Bologna. Considerato l'impegno costruttivo e strutturale, il ponte sull'autostrada è l'unica opera già concepita e realizzata con una doppia via di corsa e un'altezza maggiorata fino a 250 cm. Dovendo in ogni caso sottostare ad un passo dei giunti di dilatazione minore di 60 m, lo schema statico prevede una trave tampone centrale con luce di 60 m connessa a due travi laterali con sbalzi di 17,5. La concezione dell'intera struttura è stata informata alla necessità di essere posta in opera con un solo sollevamento notturno. Con questo schema costruttivo è stato possibile svolgere i lavori di fissaggio della trave in pochissimo tempo creando pochissimi disagi alla circolazione autostradale.

Vantaggi dell'infrastruttura

La realizzazione di un'infrastruttura come quella del Marconi Express accresce sicuramente non solo il valore dell'intera area metropolitana bolognese, ma l'intero più vasto sistema territoriale regionale, in un'ottica di ammodernamento del territorio e di incremento della sua capacità di attrarre flussi turistici e di business, aumentando-



7 - Il tracciato del Marconi Express.

ne così la competitività che sempre di più oggi si gioca fra aree vaste del territorio. Infatti collegare velocemente una delle principali stazioni dell'Alta Velocità italiana, quale è quella del capoluogo emiliano, ad un aeroporto internazionale, significa poter ampliare i flussi in transito dall'aeroporto Marconi diretti e/o provenienti dall'area toscana ed intercettarne di nuovi da e per l'area lombarda e veneta; in altri termini, significa interconnettere la rete di trasporto ferroviario AV alla rete di trasporto aeroportuale internazionale.

Le caratteristiche di questo people mover rispondono ai bisogni espressi dall'utenza attuale e potenziale dell'aeroporto Marconi. Si tratta in gran parte di viaggiatori che, recandosi occasionalmente in aeroporto (1 o 2 volte l'anno), prevalentemente per viaggi o affari, richiedono un servizio dalle prestazioni molto elevate. Questo moderno sistema di collegamento città-aeroporto, rientra nella visione strategica di sviluppo di un'infrastruttura chiave quale l'aeroporto Marconi. Il Marconi Express è parte integrante del progetto di ammodernamento e internazionalizzazione dell'aeroporto del capoluogo emiliano-romagnolo, centro nevralgico per i trasporti grazie anche alla sua centralità geografica. Negli ultimi anni si è modificata sensibilmente la tipologia dei viaggiatori aeroportuali poiché il bacino di provenienza si è ampliato: è aumentata sia la quota dei passeggeri provenienti dalla provincia di Bologna, sia quella degli utenti provenienti da altre regioni italiane e Paesi europei. Il numero dei passeggeri trasportati è in forte e continua crescita e, a fronte di questo trend positivo, è stato ritenuto necessario e strategico un efficace e veloce collegamento con la città. Le alternative di trasporto prese in esame in sede di valutazione del progetto, in particolare l'alternativa "Servizio ferroviario Bargellino" e "Servizio ferroviario Aeroporto", mostravano caratteristiche non in linea con le esigenze degli utenti dell'aeroporto per quanto riguarda tempi di viaggio,

frequenze, affidabilità, comfort e riconoscibilità del servizio. Questi servizi sono, infatti, strutturati per rispondere alle esigenze di chi si sposta abitualmente nell'area bolognese, in primis lavoratori e studenti, che si muovono senza o con pochi bagagli, hanno acquisito una forte familiarità con la rete del trasporto locale e sanno orientarsi agevolmente nelle stazioni di interscambio. Il Marconi Express invece, proprio perché disegnato intorno alle aspettative dell'utenza aeroportuale, contribuisce meglio alla visione strategica di sviluppo di una infrastruttura chiave quale l'aeroporto Marconi. La caratteristica saliente della tecnologia del people mover è infatti quella di poter adattare in tempo reale la frequenza delle corse alla domanda del momento, ad esempio aumentando il numero di corse orarie nei momenti di maggiore afflusso e riducendole nei periodi più leggeri. Questa elasticità, impensabile per altri sistemi quali ad esempio l'aerobus, consente di ottimizzare i costi di gestione e rendere certamente molto efficace il servizio. Un'opera come quella del Marconi Express proietterà ancor di più il centro dell'Italia al centro dell'Europa, contribuendo a rendere Bologna uno degli hub più grandi e frequentati di Italia.

© Riproduzione riservata