

## Aeroporti

### L'aeroporto di Bologna fra fiumi, strade e ferrovie

L'aeroporto di Bologna è uno dei maggiori in Italia dopo Milano e Roma e si trova in una situazione sicuramente privilegiata per i collegamenti con la città, visto che si trova a sei chilometri circa dal centro, ma a causa di questa vicinanza sconta anche i problemi dovuti all'elevato grado di urbanizzazione dell'area, oltre quello di essere nei pressi di uno dei maggiori corcevia infrastrutturali italiani.

Così la propria pista, ad esempio, si trova chiusa a est è dal fiume Reno e a ovest da due linee ferroviarie che si incrociano: quella di cintura della Milano/Bologna e la linea Bologna-Verona, mentre verso sud, dal lato dell'aerostazione, si snoda la tangenziale.

Questo significa che per ogni intervento che voglia ampliare o potenziare lo scalo occorre affrontare notevoli difficoltà, per "creare" gli spazi necessari. Così è stato anche per il recente riassetto delle strutture di volo, realizzato fra il 2003 e il 2004 - sottolinea Luca Voltolini Direttore tecnico della società di gestione dello scalo (Sab) - in particolare l'allungamento di altri 350 metri della pista, che rappresenta uno degli interventi più importanti da quando esiste lo scalo, "epocale" perchè lo ha dotato delle caratteristiche necessarie per essere classificato Intercontinentale. Infatti - prosegue Voltolini - la pista è stata portata a 2.800 metri, una lunghezza che consente di ospitare voli effettuati senza scali intermedi su tratte fino a 5.000 miglia nautiche (9.260 chilometri), per gli aerei attualmente in servizio, e fino a 6.000 miglia nautiche (11.112 chilometri) per quelli di ultima generazione, come il Boeing 777.

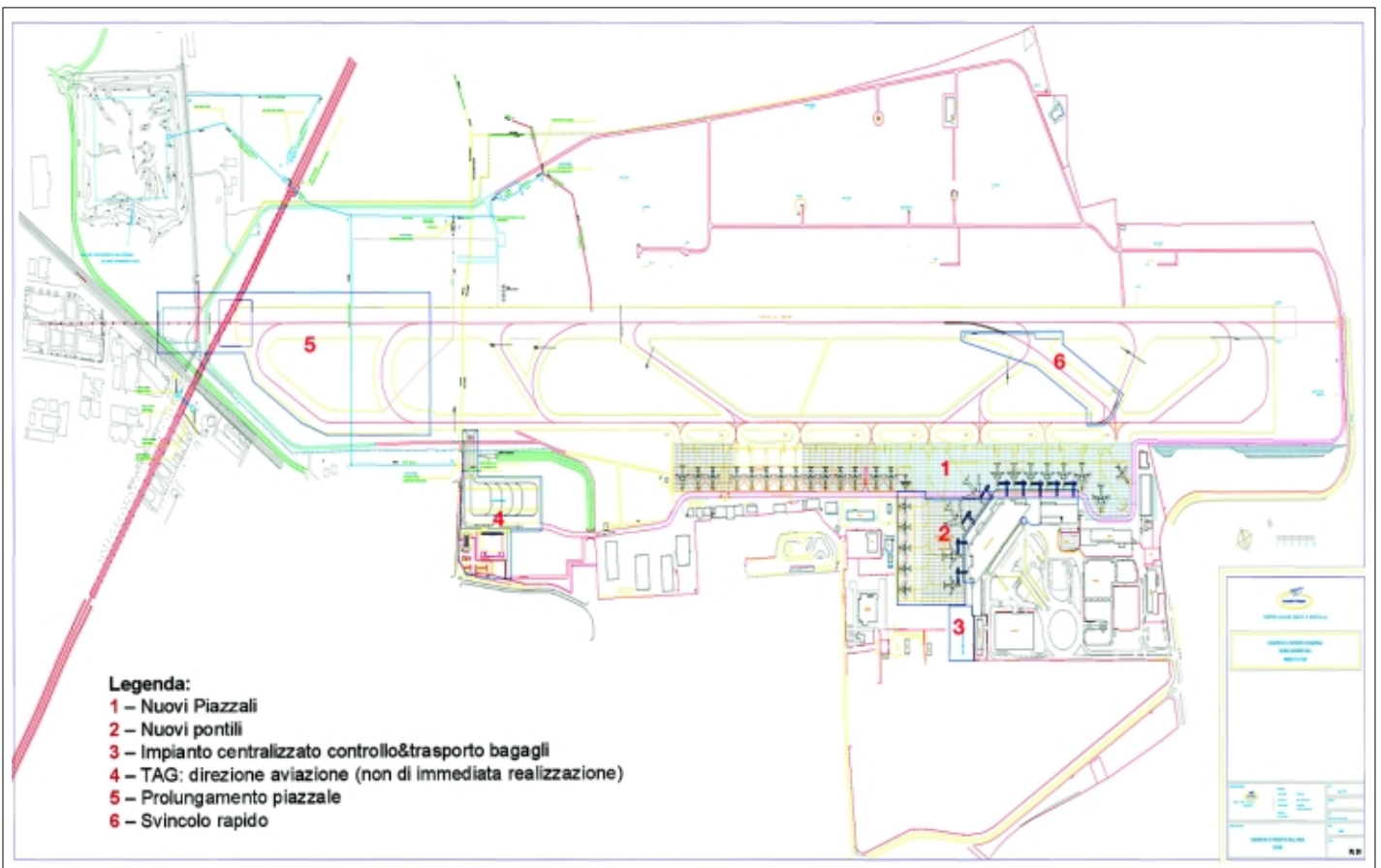


### La scelta di interrare una linea ferroviaria

Il salto di scala dell'aeroporto ha avuto come primo nodo la scelta della direzione verso cui estendere la pista e quindi quale ostacolo superare, se il fiume a est o la ferrovia a ovest.

Verificate tutte le possibili ipotesi progettuali, l'unica fattibile si è rivelata l'interramento di quattro chilometri della linea di cintura - ricorda Luca Voltolini - perchè consentiva di raggiungere l'obiettivo con tempi di realizzazione più stretti, nonostante i lavori dovessero essere eseguiti senza interrompere il funzionamento della linea e il prolungamento massimo possibile fosse di 350 metri, a causa di altri ostacoli verso ovest, cioè la linea Bologna-Verona e il quartiere artigianale del Bargellino.

Il progetto ha previsto quindi uno svilup-



po per fasi, realizzando il tratto interrato in adiacenza alla linea esistente (su un rilevato alto otto metri): una scelta fatta per minimizzare l'impatto sul territorio e le "usuali" difficoltà connesse con gli espropri - rivela Voltolini - e che ha richiesto la realizzazione di una serie di costose opere provvisorie per il sostegno del rilevato, sul quale la linea ha continuato a funzionare, ma ha consentito sicuramente tempi di esecuzione più brevi e soprattutto certi, condizione questa essenziale, perchè anche lo scalo non poteva restare fermo per molto tempo. Per quanto riguarda la pista, il progetto ha puntato a minimizzare gli interventi sia sulla linea ferroviaria di cintura che sulla linea ferroviaria Bologna-Verona, realizzando il prolungamento in rilevato, leggermente rialzato, così che nella sua parte terminale ha un'altezza di circa 2,5 metri sul piano campagna, con una pendenza nei limiti di quelle consentite dalle norme.

In questo modo gli interventi per la Bologna-Verona si sono limitati a un abbassamento di alcuni pali della linea elettrica, mentre per la linea di cintura il progetto si concretizza in una galleria di circa un chilometro e in due rampe di accesso di circa 1,5 chilometri ciascuna, così da rispettare la richiesta delle Ferrovie dello Stato di mantenere per la nuova linea le stesse caratteristiche prestazionali di quella esistente, in termini di velocità di percorrenza e capacità di carico.

### L'esecuzione dei lavori

Il cantiere più impegnativo dal punto di vista ingegneristico si è rivelato l'interramento della linea di cintura - sostiene Luca Voltolini - il primo ad essere eseguito, che si è sviluppato a partire da una serie di interventi di sostegno del rilevato, seguiti dalla costruzione della struttura nel terreno e poi dal suo svuotamento.

Le opere di sostegno del rilevato - necessarie per assicurarne la stabilità (e il funzionamento della ferrovia) durante la costruzione della galleria artificiale - sono consistite essenzialmente nell'inserimento di una serie di micropali di malta cementizia, con armatura in tubi



d'acciaio lunghi circa 15 metri e un diametro di 30

A questo ha fatto seguito la realizzazione nel terreno delle pareti verticali della galleria, con pali di 120 centimetri di diametro e diaframmi di circa un metro di spessore, alti in media 22 metri, per la necessità di ancorarsi a uno strato di ghiaia sottostante; a seguire, direttamente in cantiere sono state realizzate e messe in opera le predalles di copertura. Costruita la struttura portante si è poi proceduto a svuotarla dal terreno, alla successiva messa in opera di un primo solettone di sottofondo in calcestruzzo magro e, infine delle opere di finitura, cioè i solette di sottofondo definitivi, in cemento armato e le pareti verticali contro le palificazioni laterali. Queste ultime sono state le operazioni più delicate e complesse dell'intera opera - afferma Voltolini - e dopo diverse prove sono stati messi a punto dei casseri in ferro lunghi circa 12,50 metri e alti 10, sostenuti e contrapposti mediante una struttura in carpenteria metallica che nell'insieme consentiva una controspinta reciproca per il sostegno del getto delle due pareti laterali.

A regime, dopo diverse messe a punto, sia dei casseri sia delle modalità di spostamento, è stato possibile eseguire un doppio tratto di parete di 12,50 metri ogni giorno e mezzo, un giorno per spostarli e mezza giornata per il getto; una scansione di tempo - puntualizza Voltolini - che da sola rappresenta una produttività eccezionale per questo tipo di lavorazione.

Da segnalare ancora, per quanto riguarda la parte opere civili, la realizzazione e la messa in opera di un monolite sotto

la Bologna-Verona, effettuata con il metodo dello spingitubo per consentire la continuità d'esercizio della linea; il monolite, in cemento armato, lungo circa 20 metri e alto 10, è stato realizzato in opera e dotato di rostri frontali per consentirne la spinta fino alla sua posizione definitiva.

La messa in esercizio della linea è avvenuta in due momenti successivi: l'11 gennaio 2004 per il binario pari e il 25 gennaio 2004 per il binario dispari. La durata complessiva dei lavori è stata di 1.176 giorni.

### Mitigazione dell'impatto ambientale

Una altro criterio di riferimento seguito nella progettazione è la compatibilità ambientale dell'intervento - sostiene Voltolini - guardando in particolare al recupero dei materiali inerti disponibili, a partire da quelli di risulta dallo scavo della galleria e del rilevato ferroviario demolito, entrambi di ottima qualità e quindi riutilizzati integralmente nel prolungamento della pista.

Una scelta questa che si è rivelata premiante, riconosciuta da una commissione nominata dal ministero dell'Ambiente che, oltre ad analizzare la procedura di verifica dell'Impatto ambientale del progetto, ha compiuto uno studio di impatto ambientale complessivo, esteso a tutte le attività all'interno dell'aeroporto.

### Prolungamento della pista

Mentre i lavori per l'interramento della linea ferroviaria erano ancora in corso, sono iniziati anche gli interventi per il prolungamento della pista di volo, comprendenti il collettamento delle acque meteoriche, la riqualifica della pista stessa e il raccordo di uscita ad alta velocità. I lavori hanno dovuto tenere conto innanzitutto delle possibili limitazioni all'attività dello scalo - sottolinea Voltolini - e per questo sono stati suddivisi in sei fasi esecutive, corrispondenti ad altrettanti livelli di impatto sull'attività dell'aeroporto, così da penalizzarla solo per i tempi tecnici strettamente necessari. Le prime tre fasi hanno richiesto penaliz-



zazioni minime in quanto riguardavano lavorazioni sulle vie di rullaggio; la quarta ha comportato una penalizzazione delle distanze dichiarate della pista, dovuta ai lavori per la realizzazione del rilevato e quindi alla necessità di diminuire la distanza disponibile per l'atterraggio, da 2.100 a 1.800 metri (ma considerando il traffico in quel periodo stagionale non ci sono state conseguenze particolarmente gravi); le ultime due fasi, attuate fra maggio e luglio 2004, hanno richiesto la chiusura dell'aeroporto e lo spostamento dei voli su altri scali.

### Un cantiere ad alta velocità

Considerando la delicatezza dei lavori, che interessavano il cuore stesso dell'aeroporto, Sab ha predisposto un Capitolato particolarmente stringente - rivela Voltolini - con la possibilità di un'immediata rescissione del contratto in caso di ritardi nelle fasi intermedie o di esecuzione di lavori in modo tecnicamente insoddisfacente; sono state previste inoltre pesanti penali per i ritardi - parimetriche in modo differente secondo la fase in cui si sarebbero verificate (fino ad arrivare a 180 mila euro per ogni giorno di ritardo per le fasi 5 e 6) - ma anche premi di accelerazione in caso di completamento anticipato delle opere, prevedendo fino a 90 mila euro per ogni giorno di anticipo nelle fasi 5 e 6. Però non ci sono stati problemi significati - ricorda Luca Voltolini - e i tempi sono stati rispettati: già la quarta fase si è conclusa in anticipo, consentendo di sopportare un periodo di condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli ed eccezionali (a marzo si sono verificate nevicate di notevole intensità); un risul-

tato ottenuto grazie al fatto che questa fase si è svolta in parallelo con la demolizione del rilevato ferroviario, consentendo di non prevedere stoccaggi intermedi provvisori, a vantaggio della tempistica e dell'efficienza delle lavorazioni; da questo deriva un anticipo di circa nove giorni delle fasi 5 e 6, e la ripresa dell'operatività dello scalo già il 3 luglio 2004.

Un alto fattore che ha contribuito notevolmente al rispetto dei tempi è stato il ricorso al trattamento a calce del terreno di sottofondo - sottolinea Voltolini - scelto per ripristinare condizioni d'umidità. si è fatto ricorso a questo trattamento sia durante le prime tre fasi, da novembre 2003 a gennaio 2004, sia a marzo, dopo le abbondanti nevicate.

### Riqualficazione della pista

Durante il periodo di chiusura della pista di volo l'opera più impegnativa è stata sicuramente la riqualfica della pista esistente, che non essendo stata interessata da interventi manutentivi profondi dal 1985, si trovava in una situazione di fine vita tecnica: è stata interamente fresata per una profondità di circa 44 centimetri e poi ricostruita con uno strato di misto cementato di sottofondo sul quale è stato steso il pacchetto dei neri - base, binder e usura - utilizzando per l'ultimo strato un conglomerato bituminoso a base di bitume modificato (SBS).

Parallelamente si sono realizzate altre la-

Posa del sistema di luci degli aiuti visivi luminosi



vorazioni, anch'esse spesso non semplici.

Una è consistita nell'eseguire una polifera profonda per i cavi dell'impianto di Aiuti visivi luminosi (le luci che mettono in evidenza la pista nelle ore notturne) e provvedere poi alla sua posa.

Un'altra ha riguardato le opere per il collettamento delle acque meteoriche, con la realizzazione di impianti per il trattamento delle cosiddette "acque di prima pioggia" (appunto perchè sono e prime a cadere, che portano con loro gli inquinanti presenti nell'aria) su tutto il sedime aeroportuale, che ha richiesto importanti lavori di movimento terra, con scavi fino a dieci metri di profondità, per la messa in opera del tubo di scarico - in ghisa, dal diametro di 1.600 millimetri - sotto la galleria artificiale della ferrovia, per raggiungere il bacino di contenimento, in una ex Cava opportunamente allestita.

Ulteriori interventi hanno riguardato la minimizzazione dell'impatto acustico sulla città, il potenziamento il sistema delle Taxiways con una bretella ad uscita rapida, per minimizzare i tempi di occupazione della pista di volo da parte degli aerei e aumentare così la sua potenzialità. ■