



**POLITECNICO DI MILANO**  
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA AEROSPAZIALE**  
VIA LA MASA, 34 - 20158 MILANO - ITALIA  
TEL. +39-02-2399.8323/24  
TELEFAX +39-02-2399.8334

**Relazione N. 678**

# **La ricollocazione dell'aeroporto di Bresso seconda fase**

**Contraente: Provincia di Milano**

**Autore: prof. Renato Picardi**

**Vice-direttore del Dipartimento: Prof. Giuseppe Sala**

**Giugno 2009**

## Sommario

<i>Premessa</i> .....	3
<i>Seconda fase</i> .....	4
Definizione del possibile riassetto dell'attuale sedime con eventuale ricollocazione delle strutture .....	4
Nuova perimetrazione del sedime aeroportuale e definizione delle aree non più funzionali all'aeroporto .....	6
Studio preliminare dei rischi associati alla presenza del sedime ed alle operazioni dell'aeroporto di Bresso .....	10
Descrizione aeroclub e operazioni aeroporto .....	10
Tabelle pericoli e matrici di rischio per analisi preliminare di sicurezza .....	11
<i>Raccomandazioni e conclusioni</i> .....	20

## Premessa

Sulla base dell'esito della prima fase dello studio della ricollocazione dell'aeroporto di Bresso (vedi relazione Dipartimento Ingegneria Aerospaziale n. 670), vista l'assenza di una zona idonea in provincia di Milano e nelle aree limitrofe in cui spostare il sedime dell'aeroporto, e viste le conclusioni al momento negative sul futuro possibile trasferimento presso l'aeroporto di Milano Linate, il gruppo di lavoro si è concentrato su possibili soluzioni in funzione di quanto previsto nell'accordo.

La seconda fase del lavoro è quindi concentrata su tre punti specifici:

1. Definizione del possibile riassetto dell'attuale sedime con eventuale ricollocazione delle strutture
2. Nuova perimetrazione del sedime aeroportuale e definizione delle aree non più funzionali all'aeroporto
3. Valutazione del rischio connesso alla presenza dell'aeroporto a Bresso.

E' opportuno anticipare che lo studio del rischio connesso alle attività aeroportuali è stato realizzato secondo lo stato di fatto dell'aeroporto, utilizzando come punto di riferimento la flotta di aeromobili presente e secondo una media dei movimenti di traffico realizzati negli ultimi anni.

L'impatto di eventuali nuovi modelli gestionali e di trasporto aereo da implementare sull'aeroporto dovranno essere oggetto di ulteriore approfondimento successivo alla pubblicazione del presente documento.

## Seconda fase

### Definizione del possibile riassetto dell'attuale sedime con eventuale ricollocazione delle strutture

Nel giugno del 2005 l'ENAC predispose un piano di riassetto aeroportuale, comprensivo di individuazione di zone omogenee all'interno dell'attuale sedime aeroportuale e la definizione della cessione di aree al Parco Nord.

Il presente studio assume come punto di partenza le conclusioni e le indicazioni contenute nel documento di ENAC, in particolare gli elaborati grafici "stato di fatto" e "zonizzazione" e l'elenco puntuale degli interventi da effettuare sull'aeroporto, con l'obiettivo di attualizzarli e contestualizzarli nell'ottica della crescente domanda di fruibilità di spazi verdi pubblici da parte della popolazione, anche nell'ottica di integrare gli interventi con le azioni previste per l'Expo2015.

Nelle linee guida del piano redatto da ENAC, in particolare, è riportato quanto segue:

*"Restano valide infatti alcune indicazioni già espresse in passato, quali l'esclusione di collegamenti di 3° livello, il riconoscimento della necessità di adeguamento delle infrastrutture per la sicurezza operativa, la cessione di aree al parco e gli altri interventi sui manufatti esistenti"*

*"Il presente piano di riassetto ha un carattere essenzialmente conservativo in quanto non promuove alcuna previsione di sviluppo dello scalo, ma solo un riassetto funzionale delle infrastrutture e dei servizi esistenti che si rende necessario anche al fine di migliorare l'efficienza e la sicurezza dell'attività aeronautica."*

Partendo da queste considerazioni una delle ipotesi di razionalizzazione e di miglioramento dell'efficienza nell'utilizzo del territorio per l'attività aeronautica è quello del mantenimento delle attuali attività e del volume di traffico esistente, senza ulteriori incrementi, conservando le attività aeroscolastiche, quelle di aviazione generale, la manutenzione per gli aeromobili, le attività le operazioni condotte dall'elisoccorso in convenzione con l'A.R.E.U.

Nella ricognizione condotta per individuare la quantità e tipologia di insediamenti attualmente insistenti nel sedime aeroportuale, è stato preso come riferimento la consistenza patrimoniale indicata da ENAC, suddivisa per funzioni:

Hangar e ricovero velivoli (ala fissa e rotante):	<b>6000 m<sup>2</sup></b>
Officine di manutenzione velivoli:	<b>1200 m<sup>2</sup></b>
Edifici soggetti a procedimento di demolizione (ex ATAL)	<b>800 m<sup>2</sup></b>
Uffici e locali di servizio	<b>1700 m<sup>2</sup></b>
Edificio ex DCA	<b>600 m<sup>2</sup></b>
Per un totale di superficie coperta di	<b>10300 m<sup>2</sup></b>

Su un totale di sedime che nell'ultima previsione ENAC si attesta intorno a 60 Ha (vedi fig. 4 - "zonizzazione" ENAC PRA).

Esiste inoltre un hangar nella zona ad est della pista di circa **600 m<sup>2</sup>** con annessi uffici per circa **200 m<sup>2</sup>**, attualmente nelle disponibilità dell'Agenzia del Demanio.

Una eventuale ricollocazione delle strutture di supporto ha quindi come input l'individuazione di una superficie complessiva pari a 10000 m<sup>2</sup>, con la possibilità di un rapido collegamento alla pista e un miglioramento dal punto di vista ambientale e di compatibilità con il territorio fortemente urbanizzato attiguo all'aeroporto.



Nella figura a fianco l'area tratteggiata in rosso rappresenta la proposta che appare più ragionevole nella individuazione di un'area su cui ricollocare le strutture per una superficie coperta massima di 10000 m<sup>2</sup>.

In questa porzione dell'attuale sedime aeroportuale esiste già un hangar attrezzato e la viabilità di accesso (lato centro CRI).

Inoltre la realizzazione di nuove infrastrutture a migliore impatto ambientale aumenterebbe la compatibilità tra il parco e l'aeroporto.

Con questa ipotesi migliorerebbe anche l'impatto acustico sulle abitazioni, poiché verrebbe aumentata la distanza tra le vie di rullaggio e le abitazioni stesse.

fig. 1 Individuazione area per ricollocazione strutture

## Nuova perimetrazione del sedime aeroportuale e definizione delle aree non più funzionali all'aeroporto

Sulla base dell'ipotesi dello spostamento delle strutture ad est della pista, una nuova possibile perimetrazione potrebbe essere la seguente:



fig. 2 Nuova perimetrazione sedime aeroportuale

In questa ipotesi, l'area su cui insiste il sedime aeroportuale potrebbe essere ridotta a 55 Ha.

In conseguenza di questa ipotesi, le aree non più funzionali all'aeroporto diventerebbero:



fig. 3 Aree non più funzionali all'aeroporto

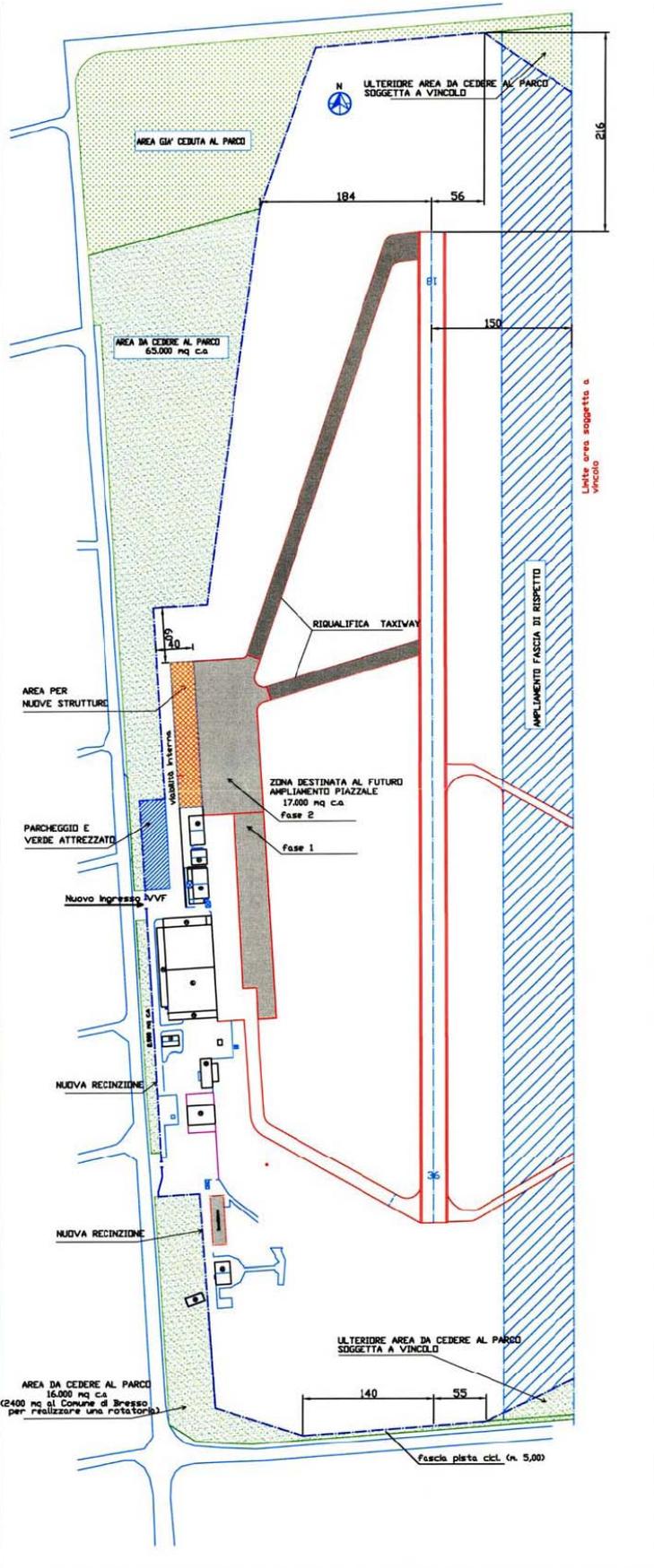


Fig. 4 – modello “zonizzazione” redatto da ENAC – 31-05-2005

ENAC – ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE

**AEROPORTO "Franco Bordoni Bisleri"  
MILANO BRESSO**

**PIANO DI RIASSETTO AEROPORTUALE**

---

**Titolo** STATO DI FATTO

---

**Progetto**

UFFICIO AVIAZIONE GENERALE Ing. Gianni Giorgini Ing. Luigi Planesini	UFFICIO PIANIFICAZIONE AEROPORTUALE Ing. Costantino Parodi
COORDINAMENTO UFFICIO AVIAZIONE GENERALE	
Arch. Giorgio Cascone Ing. Fabio Inati	

---

REVISIONI		Data	TAVOLA
		31/05/2004	01
		Scale	
		1:5000	

---

**LEGENDA**

- 2 EDIFICIO GIÀ DEMOLITO
- 1 EDIFICIO GIÀ DEMOLITO
- 4 SERVIZI IGIENICI
- 5 UFFICI E MAGAZZINI
- 6 HANGAR PRINCIPALE
- 7 UFFICI E SERVIZI HANGAR
- 14 BUNKER
- 19 UFFICIO OPERATIVO PERIFERICO
- 20 BUNKER
- 48 OFFICINA ATAL
- 47 UFFICI ATAL
- 39 HANGAR
- 40 HANGAR
- 46 EX LABORATORIO F.A.C.E. STANDARD
- 50 CIRCOLO E RISTORANTE AERDCLUB
- 54 HANGAR
- 41 HANGAR ATAL
- 42 BOX PREFABBRICATI
- EDIFICI DA DEMOLIRE

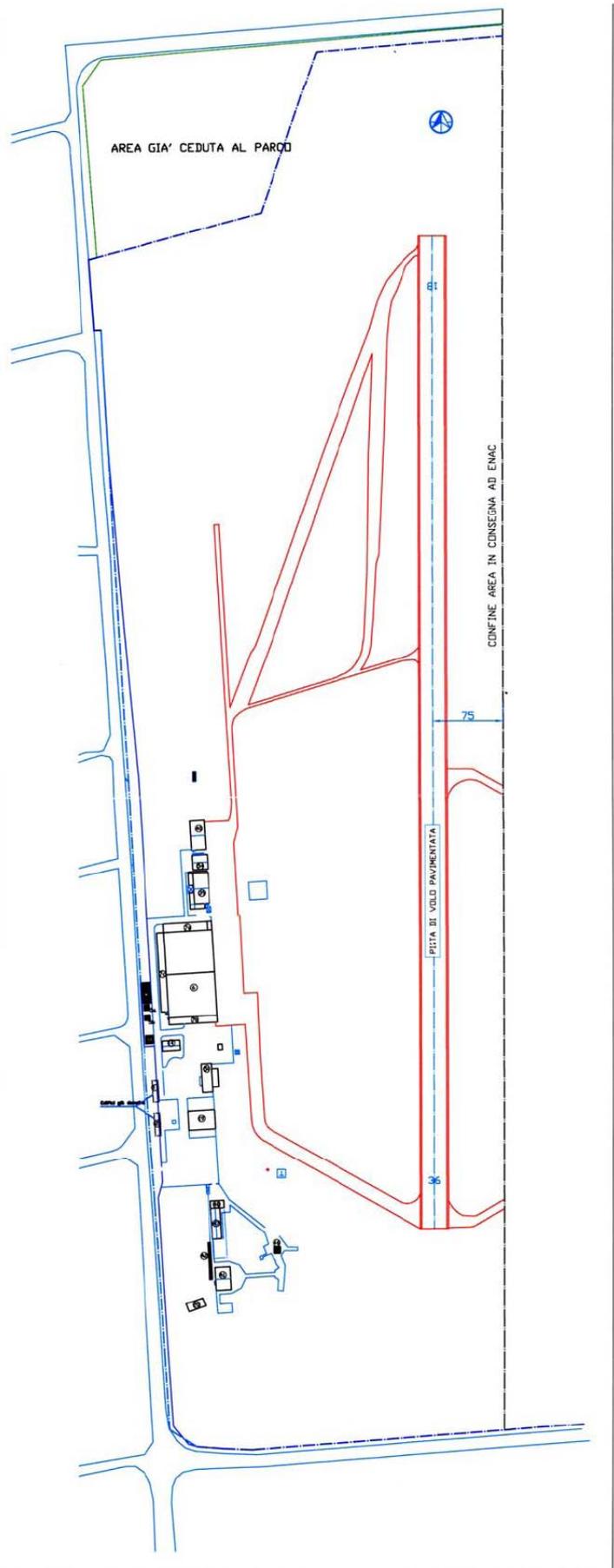


Fig. 5 modello "stato di fatto" redatto da ENAC – 31-05-2005

## Studio preliminare dei rischi associati alla presenza del sedime e alle operazioni dell'Aeroporto di Bresso

### **Descrizione aeroclub e operazioni aeroporto**

L'attuale situazione logistica ed operativa dell'aeroporto di Bresso e dell'Aeroclub Milano è stata rilevata: 1) dalla documentazione in possesso relativa ad attività svolte in precedenza; 2) dai protocolli di intesa siglati a vari livelli; 3) dalle informazioni ricevute da una visita sul campo e da uno specifico incontro con le diverse figure professionali coinvolte nelle attività; e da informazioni ricevute da altri incontri avvenuti in sedi diverse con ENAC, Agenzia del Demanio, ecc.

È da notare che non esiste un sistema di raccolta dati relativo ad eventi di pericolo od incidenti dal quale si possa trarre conoscenza ed informazione rispetto ad occorrenze pregresse, avvenute nel sedime aeroportuale. Pertanto ci si dovrà riferire alla conoscenza di sistemi aeroportuali e operazioni simili a quelle dell'Aeroporto di Bresso, nonché all'ausilio delle opinioni di esperti e di dati di riferimento generici ricavabili dalle referenze istituzionali, quali l'ICAO (2006).

Il presente studio preliminare dei rischi associati alle operazioni dell'Aeroporto di Bresso è limitato al solo sedime aeroportuale ed afferisce allo stato attuale delle operazioni dell'Aeroclub Milano ed alle strutture esistenti.

In breve, si possono rilevare le seguenti informazioni importanti per lo studio della sicurezza, sotto il profilo dell'analisi dei rischi.

#### **Situazione Logistica:**

- 4 Hangar Manutenzione
- 70 Aeroplani
- Stazione pompaggio carburante sul piazzale (serbatoi interrati e distanti da pista e rullaggio)
- 2 stazioni elicotteri distanti testata pista (36)

#### **Traffico:**

- Nessun traffico notturno
- Assenza volo strumentale (solo radio frequenza, no beacon/radiofaro)

#### **Attività svolte nel sedime aeroportuale:**

- Scuola di volo e TRTO certificato
- Addestramento e manutenzione dei velivoli fatta "in casa".

#### **Aspetti logistici relativi all'aeroporto nel contesto ambientale:**

- Distanza molto elevata dalle case in ogni direzione
- Parco Nord adiacente al sedime aeroportuale
- Direzione pista di solito utilizzata: 18 in decollo / 36 per atterraggio
- Lunghezza pista: 1068 m

### **Operazioni volo:**

- Passaggio su abitazioni in atterraggio: 300 m
- Ampia distanza da case in decollo e possibilità di atterraggio di emergenza, in caso di blocco/piantata motore, con virata a destra dopo decollo (pista 18), in area campestre.
- Ampia separazione verticale tra velivoli.  $h_{max} = 2500 - 3000$  ft (gli aeroplani in provenienza da Linate passano a 4000 ft di quota)

### **Traffico:**

- Orario di apertura aeroporto: 08 -18
- Numero medio movimenti in periodo di punta:15 mov/h
- Punte massime di 150 mov/giorno
- Minime: 20 mov/giorno

### **Osservazioni:**

- Notevole variabilità del traffico durante il giorno, con punte nelle ore tra le 11 e le 15.
- Durante la visita il traffico è parso molto più cospicuo.
- Le movimentazioni non sembrano tener conto delle prove, test e decolli/atterraggi di addestramento e di emergenza provati dai piloti.
- Il traffico sembra molto più intenso di quanto riferito, se si guardano le interazioni tra torre ed aeromobili, soprattutto per il discorso prove decollo/atterraggio.
- Un solo operatore in torre di controllo, nessun uso di sistemi tipo "strip".
- Comunicazioni radio in linguaggio standard.

### ***Tablelle pericoli e matrici di rischio per analisi preliminare di sicurezza***

Dall'analisi dei dati raccolti e dallo studio delle operazioni di terra e di volo dell'aeroporto, si possono identificare quattro sistemi importanti per la valutazione della sicurezza dell'aeroporto, per i quali verrà effettuato lo studio preliminare dei rischi. I seguenti sistemi sono stati identificati:

1. Manutenzione.
2. Aeromobili ed elicotteri.
3. Gestione operazioni di volo.
4. Gestione emergenze (118, Croce Rossa).

A seguito di tale studio si svilupperanno alcune raccomandazioni iniziali orientate a garantire:

1. Che i livelli di sicurezza esistenti ed accettabili siano mantenuti e, ove possibile migliorati;
2. Che le aree identificate a rischio più elevato e richiedenti una revisione, siano effettivamente migliorate ed opportunamente sviluppate al fine di portare gli indici di rischio ad esse associati al di sotto dei limiti accettabili delle Matrici di Rischio definite dagli standard internazionali e riconosciuti da ENAC (ICAO, 2006).

Inoltre, sono state identificate una serie di *cause generiche principali* di possibili incidenti od eventi di pericolo, ciascuna delle quali deve quindi essere precisata in relazione al sistema di riferimento in termini di specifiche tipologie e modalità di malfunzionamento/guasto/errore.

Le cause principali di eventi incidentali sono stati identificate in:

1. Errori umani;
2. Guasti tecnici;
3. Eventi esterni (meteo, incendio ...).

Le conseguenze derivanti da malfunzionamenti, guasti od errori umani verranno quantificate in termini di effetti su persone, ambiente e sistema stesso (aeromobile ed aeroporto). Le frequenze di occorrenza degli eventi verranno valutate, come già citato più sopra, sulla base delle opinioni di esperti e delle tabelle di riferimento del documento SMS ICAO (2006). Le seguenti tabelle generiche verranno utilizzate per sviluppare gli studi preliminari dei rischi:

- Tab. 1 Tabella livelli di pericolo e severità delle conseguenze.
- Tab. 2. Livelli di pericolo e frequenze di occorrenza.

Similmente, la Matrice di Rischio generica viene illustrata con le associate definizioni delle frequenze e severità utilizzate per l'identificazione degli *Indici di Rischio* associati ad ognuno dei quattro sistemi principali definiti più sopra, è riportata in Tab. 3.

**Tab. 1 Tabella livelli di pericolo e severità delle conseguenze.**

<i>Categoria</i>	<i>Tipo</i>	<i>Caratteristiche (ICAO, 2006 – doc 9859 pag. 13-8)</i>
I	Trascurabile	Assenza di ferrite o danni
II	Minore	Piccoli danni occupazionali, ambientali e sistemici
III	Maggiore	Gravi danni occupazionali, ambientali e sistemici
IV	Pericoloso	Ferite severe, danni gravi
V	Catastrofico	Morte o perdita del sistema

Schema di classificazione di severità orientato al controllo del traffico aereo (ICAO, 2006 – doc 9859 pag. 13-8)

Trascurabile	Minore	Maggiore	Pericoloso	Catastrofico
Nessun effetto nel controllo del traffico.	La separazione tra aeromobili sia in volo che a terra, all'interno dell'area protetta delle piste, in uno o più settori, diventa improvvisamente e per un certo periodo di tempo, difficile o degradata.	La separazione tra aeromobili sia in volo che a terra, all'interno dell'area protetta delle piste, in uno o più settori, diventa improvvisamente e per un certo periodo di tempo, pesantemente degradata o compromessa.	La separazione tra aeromobili sia in volo che a terra, all'interno dell'area protetta delle piste, in uno o più settori, diventa improvvisamente e per un certo periodo di tempo, completamente indisponibile.	Il controllo del traffico (ATC) emette delle informazioni che potrebbero causare perdita di uno o più aeromobili, non esistendo mezzi ragionevoli per gli equipaggi di verifica di tali informazioni né di mitigazione dei pericoli che ne derivano.
Effetti minimi sulla separazione tra aeromobili a terra, al di fuori dell'area protetta delle piste.	La separazione tra aeromobili a terra, al di fuori dell'area protetta delle piste, diventa improvvisamente e per un certo periodo di tempo, pesantemente compromessa o degradata.	La separazione tra aeromobili a terra, al di fuori dell'area protetta delle piste, diventa improvvisamente e per un certo periodo di tempo, completamente indisponibile.	Emissione di informazioni e/o istruzioni che possono risultare in situazioni critiche di collisione tra aerei in volo o con il terreno.	Sicurezza compromessa del volo o dell'atterraggio.
Effetti minimi sul supporto da parte del controllo del traffico in aiuto ad una situazione di emergenza.	Supporto da parte del controllo del traffico in aiuto ad una situazione di emergenza severamente degradato.	Emissione di informazioni e/o istruzioni che possono risultare in situazioni critiche di separazione tra aerei in volo o con il terreno al di sotto di valori nominali.		
		Nessun supporto possibile da parte del controllo del traffico in aiuto ad una situazione di emergenza.		

Tab. 2. Livelli di pericolo e frequenze di occorrenza

Livello	Frequenza	Caratteristiche (ICAO – Doc 9859)	Probabilità
A	Frequente	Evento di frequente ricorrenza	$\sim 10^{-1}$
B	Ragionevolmente Probabile	Evento che si ripete	$< 10^{-2}$
C	Remoto	Evento che avviene raramente	$< 10^{-3}$
D	Estremamente Remoto	Evento improbabile, ma che potrebbe ripetersi	$< 10^{-4}$
E	Estremamente Improbabile	Evento che verosimilmente non avviene nella vita di un sistema	$< 10^{-6}$

	Sistemi NAS*		Procedure di volo	Procedure ATC*	
	Quantitativo	Qualitativo		Frequenza	
		Componente sotto-sistema	Livello ATC/NAS <sup>1</sup>		Impianto NAS - globale
Frequente - A	Probabilità ( $p$ ) di occorrenza per operazione/ora operativa: $p \geq 10^{-3}$	Frequenza di circa una volta ogni 3 mesi	Evento che si ripete continuamente nel sistema	$p \geq 10^{-3}$	Frequenza di di occorrenza $\geq 1$ - occorrenza $\geq 2$ giorni $\geq$ una volta per settimana
Ragionevolmente Probabile - B	$p$ di occorrenza per operazione/ora operativa: $10^{-5} \leq p < 10^{-3}$	Frequenza di circa una volta per anno per componente/s otto-sistema	Evento che si ripete frequentemente e nel sistema	$10^{-5} \leq p < 10^{-3}$	Frequenza di occorrenza $\approx$ una volta al mese Frequenza di occorrenza $\approx$ più volte al mese
Remoto - C	$p$ di occorrenza per operazione/ora operativa: $10^{-7} \leq p < 10^{-5}$	Evento che avviene alcune volte nella vita del componente/s otto-sistema	Evento che avviene parecchie volte nella vita del sistema	$10^{-7} \leq p < 10^{-5}$	Frequenza di occorrenza $\approx$ una volta l'anno Frequenza di occorrenza $\approx$ più volte l'anno
Estremamente Remoto - D	$p$ di occorrenza per operazione/ora operativa: $10^{-9} \leq p < 10^{-7}$	Evento possibile ma che probabilmente non avviene nella vita del componente/s otto-sistema	Evento che avviene alcune volte nella vita del sistema	$10^{-9} \leq p < 10^{-7}$	Frequenza di di occorrenza attesa $\approx 10$ - 100 anni
Estremamente Improbabile - E	$p$ di occorrenza per operazione/ora operativa: $p < 10^{-9}$	Evento così raro che si presume non avvenga nella vita del componente/sotto-sistema	Evento possibile, ma che probabilmente non avviene nella vita del sistema	$p < 10^{-9}$	Frequenza di di occorrenza attesa $< 30$ anni Frequenza di di occorrenza attesa $< 100$ anni

<sup>1</sup> ATC = Air Traffic Control; NAS = USA National Airspace System

Tab. 3. Matrice di Rischio generica

Severità \ Frequenza	Trascurabile 1	Minore 2	Maggiore 3	Pericoloso 4	Catastrofico 5
<b>Frequente</b> $\varphi \geq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Ragionevolmente Probabile</b> $10^{-5} \leq \varphi \leq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Remoto</b> $10^{-7} \leq \varphi \leq 10^{-5}$	Green	Green	Yellow	Red	Red
<b>Estremamente Remoto</b> $10^{-9} \leq \varphi \leq 10^{-7}$	Green	Green	Green	Yellow	Red
<b>Estremamente Improbabile</b> $\varphi \leq 10^{-9}$	Green	Green	Green	Green	Yellow/Red

## Sistema Manutenzione

#1 Name of sub-system	#2 Operating mode	#3 Failure causes	#4 Failure modes	#5 Frequency	#6 Effects on personnel & hardware	#7 Hazard Risk Indices	#8 Prevent. measure: system; reduction factor	#9 Prevent. measure: norms; reduction factor
Manutenzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutentori certificati</li> <li>• Manutenzione totale so 70 aeromobili dell'Aeroclub</li> </ul>	HF	Various: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landing gear</li> <li>• Control systems</li> <li>• Panel</li> <li>• Fuel Tank</li> <li>• Oil Tank</li> <li>• Other systems</li> <li>• ....</li> </ul>	Tentative value: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>10^{-4}</math> per operation</li> </ul>	Only hardware effects <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possible failure of navigation system</li> </ul>	• 3D Maggiore- Estremamente Remoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protection systems (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• Electronic checks (<math>10^{-1}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• Maintenance Procedures (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• Aircraft per-flight checks</li> </ul>

La frequenza di accadimento di un evento di errata manutenzione è associata ad un valore di probabilità di  $10^{-4}$ .

La frequenza di accadimento viene ulteriormente ridotta grazie alle barriere causali dovute al training, alle procedure ed ai sistemi di protezione tecnologici a bordo dei velivoli.

Le conseguenze di tali errori sul sistema manutentivo sono associate a conseguenze ritenute di carattere "maggiore" in termini di gravità. Ciò equivale a gravi danni occupazionali, ambientali e sistemici.

Pertanto la probabilità di occorrenza debitamente rivista e la severità delle conseguenze portano a valori del rischio stimato nell'area dell'accettabilità così come mostrato nella tabella a latere

$$\text{Severity} = \text{Maggiore}$$

$$\varphi \approx p^{-4} p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} = p^{-8}$$

Severità \ Frequenza	Trascurabile	Minore	Maggiore	Pericoloso	Catastrofico
	1	2	3	4	5
<b>Frequente</b> $\varphi \geq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Ragionevolmente Probabile</b> $10^{-5} \leq \varphi \leq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Remoto</b> $10^{-7} \leq \varphi \leq 10^{-5}$	Green	Green	Yellow	Red	Red
<b>Estremamente Remoto</b> $10^{-9} \leq \varphi \leq 10^{-7}$	Green	Green	Green	Yellow	Red
<b>Estremamente Improbabile</b> $\varphi \leq 10^{-9}$	Green	Green	Green	Green	Yellow

## Sistema Aeromobili ed Elicotteri

#1 Name of sub-system	#2 Operating mode	#3 Failure causes	#4 Failure modes	#5 Frequency.	#6 Effects on personnel & hardware	#7 Hazard Risk Indices	#8 Prevent. measure: system	#9 Prevent. measure: norms
<b>Aeromobile generico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Voli normali GA</li> <li>•Addestramento</li> </ul>	<b>Guasti meccanici</b>  <b>Errori umani</b>	<b>Vari:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Loss of control</li> <li>•Degraded performance</li> <li>•Failure of operating modes</li> <li>•Other systems ....</li> </ul>	<b>Tentative value:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•<math>10^{-5}</math> per volo</li> </ul>	<b>Catastrophic consequences</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Loss of lives</li> <li>•General public Passengers</li> <li>•Environmental damages</li> <li>•System destruction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<b>5E</b></li> <li>Pericoloso</li> <li>- Estremamente Improbabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quality of hardware (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>•System electronic checks (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>•Redundancies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Training (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>•Aircraft per-flight checks (<math>10^{-1}</math>)</li> </ul>

La frequenza di accadimento di un evento di incidente durante le operazioni di un aeromobile è associata ad un valore di probabilità di  $10^{-5}$ .

La frequenza di accadimento viene ulteriormente ridotta grazie alle barriere causali dovute al training, alle procedure pre-volo ed ai sistemi di protezione tecnologici a bordo dei velivoli.

Le conseguenze di errori umani e guasti sono associate a conseguenze ritenute di carattere “pericoloso” in termini di gravità perché danno origine a ferite severe, danni gravi.

Pertanto la probabilità di occorrenza debitamente rivista e la severità delle conseguenze portano a valori del rischio stimato nell’area dell’accettabilità così come mostrato nella tabella a latere.

$$\text{Severity level} = \text{Pericoloso}$$

$$\varphi \approx p^{-5} p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} = p^{-9}$$

Severità \ Frequenza	Trascurabile 1	Minore 2	Maggiore 3	Pericoloso 4	Catastrofico 5
<b>Frequente</b> $\varphi \geq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Ragionevolmente Probabile</b> $10^{-5} \leq \varphi \leq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Remoto</b> $10^{-7} \leq \varphi \leq 10^{-5}$	Green	Green	Yellow	Red	Red
<b>Estremamente Remoto</b> $10^{-9} \leq \varphi \leq 10^{-7}$	Green	Green	Green	Yellow	Red
<b>Estremamente Improbabile</b> $\varphi \leq 10^{-9}$	Green	Green	Green	Green	Yellow/Red

## Sistema Operazioni Volo

#1 Name of sub-system	#2 Operating mode	#3 Failure causes	#4 Failure modes	#5 Frequency.	#6 Effects on personnel & hardware	#7 Hazard Risk Indices	#8 Prevent. measure: system	#9 Prevent. measure: norms
Torre controllo e aeromobili	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicazioni via radio</li> <li>• Voli normali GA</li> <li>• Voli di addestramento</li> </ul>	<p><b>Guasti meccanici</b></p> <p><b>Errori umani</b></p>	<p><b>Vari:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loss of control</li> <li>• Degraded performance</li> <li>• Failure of operating modes</li> <li>• Other systems ....</li> </ul>	<p><b>Tentative value:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>10^{-4}</math> per volo</li> </ul>	<p><b>Catastrophic consequences</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loss of lives</li> <li>• General public Passengers</li> <li>• Environmental damages</li> <li>• System destruction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>5E</b> Catastrofico - Estremamente Improbabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quality of hardware (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• System electronic checks (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• Redundancies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Training (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• Communication using standard language (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>• Aircraft per-flight checks (<math>10^{-1}</math>)</li> </ul>

La frequenza di accadimento di un evento di incidente durante il volo è associata ad un valore di probabilità di  $10^{-4}$ . Tale valore è maggiore del precedente in quanto si considera l'alta densità di traffico e di addestramento e la possibilità di collisioni in volo.

La frequenza di accadimento viene ridotta grazie alle barriere causali dovute al training, alle procedure pre-volo ed ai sistemi di protezione tecnologici a bordo ed all'uso di comunicazioni in linguaggio standard.

Le conseguenze di errori umani e guasti sono associate a conseguenze ritenute di carattere "catastrofico" in termini di gravità perché danno origine a morte o perdita del sistema.

Pertanto la probabilità di occorrenza debitamente rivista e la severità delle conseguenze portano a valori del rischio stimato nell'area dell'accettabilità con revisione così come mostrato nella tabella a latere.

$$\text{Severity level} = \text{Catastrofico}$$

$$\varphi \approx p^{-4} p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} = p^{-9}$$

Severità \ Frequenza	Trascurabile 1	Minore 2	Maggiore 3	Pericoloso 4	Catastrofico 5
<b>Frequente</b> $\varphi \geq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Ragionevolmente Probabile</b> $10^{-5} \leq \varphi \leq 10^{-3}$	Green	Yellow	Red	Red	Red
<b>Remoto</b> $10^{-7} \leq \varphi \leq 10^{-5}$	Green	Green	Yellow	Red	Red
<b>Estremamente Remoto</b> $10^{-9} \leq \varphi \leq 10^{-7}$	Green	Green	Green	Yellow	Red
<b>Estremamente Improbabile</b> $\varphi \leq 10^{-9}$	Green	Green	Green	Green	Yellow

## Gestione emergenze - 118, Croce Rossa.

#1 Name of sub-system	#2 Operating mode	#3 Failure causes	#4 Failure modes	#5 Frequency.	#6 Effects on personnel & hardware	#7 Hazard Risk Indices	#8 Prevent. measure: system	#9 Prevent. measure: norms
<b>Elicotteri CRI - 118</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Emergenze</li> <li>•Trasporto feriti</li> </ul>	<b>Guasti meccanici</b>  <b>Errori umani</b>	<b>Vari:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Loss of control</li> <li>•System failures</li> <li>•Other systems ....</li> </ul>	<b>Tentative value:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•<math>10^{-6}</math> per volo</li> </ul>	<b>Catastrophic consequences</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Loss of lives</li> <li>•General public Passengers</li> <li>•Environmental damages</li> <li>•System destruction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<b>5E</b> Catastrofico - Estremamente Improbabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quality of hardware (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>•System electronic checks (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>•Redundancies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Training (<math>10^{-1}</math>)</li> <li>•Aircraft per-flight checks (<math>10^{-1}</math>)</li> </ul>

La frequenza di accadimento di un evento di incidente durante il volo è associata ad un valore di probabilità di  $10^{-6}$ . Tale valore è minore del valore normalmente usato in quanto i voli di CRI e 118 sono rari in bassa densità di traffico.

La frequenza di accadimento viene ridotta grazie alle barriere causali dovute al training, alle procedure pre-volo ed ai sistemi di protezione tecnologici a bordo.

Le conseguenze di errori umani e guasti sono associate a conseguenze ritenute di carattere “catastrofico” in termini di gravità perché danno origine a morte o perdita del sistema.

La probabilità di occorrenza debitamente rivista e la severità delle conseguenze portano a valori del rischio stimato nell’area dell’accettabilità con revisione così come mostrato nella tabella a latere

$$\text{Severity level} = \text{Catastrofico}$$

$$\varphi \approx p^6 p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} p^{-1} = p^{-10}$$

Severità \ Frequenza	Trascurabile 1	Minore 2	Maggiore 3	Pericoloso 4	Catastrofico 5
<b>Frequente</b> $\varphi \geq 10^{-3}$					
<b>Ragionevolmente Probabile</b> $10^{-5} \leq \varphi \leq 10^{-3}$					
<b>Remoto</b> $10^{-7} \leq \varphi \leq 10^{-5}$					
<b>Estremamente Remoto</b> $10^{-9} \leq \varphi \leq 10^{-7}$					
<b>Estremamente Improbabile</b> $\varphi \leq 10^{-9}$					

## Raccomandazioni e conclusioni

A seguito dello studio preliminare del rischio sviluppato nelle sezioni precedenti sono possibili alcune considerazioni.

Anzitutto è importante fare notare come l'analisi qualitativa sia stata effettuata solo limitatamente al sedime aeroportuale. In particolare, non sono stati fatti studi e valutazioni specifici associati alla presenza di abitazioni in testata pista o nei dintorni dell'aeroporto, se non di natura generale e preliminare, né si è preso in considerazione il possibile coinvolgimento dell'area verde del Parco Nord in una situazione incidentale.

I valori di probabilità di occorrenza di eventi di guasto od errore umano sono stati derivati da opinioni di esperti e dati generali riportati dalla letteratura del dominio. La tecnica per la valutazione finale delle stime preliminari di frequenza associate alle conseguenze di possibili incidenti sono state vagliate attraverso l'analisi funzionale della sicurezza, la quale prevede che le probabilità di eventi di guasto/errore siano mitigati dalle funzioni di sicurezza previste sia a livello di controllo della causalità della loro occorrenza, sia a livello di contenimento delle conseguenze.

Sono stati presi in considerazione quattro sistemi socio-tecnici rilevanti per le operazioni dell'Aeroporto di Bresso: Manutenzione; Aeromobili ed elicotteri; Gestione operazioni di volo; Gestione emergenze (118, Croce Rossa). Per ciascuno di questi sistemi sono state analizzate le condizioni di operazione, le possibili cause e modalità di guasto e/o errore umano, le probabilità di massima di occorrenza e le possibili barriere di causalità e contenimento. Sulla base di tali considerazioni e, in relazione alla severità delle conseguenze stimate da tali guasti ed errori umani, si sono generate le valutazioni preliminari del rischio associato alle operazioni di ciascuno dei quattro sistemi in oggetto.

Da tale analisi emerge quanto segue:

1. Il sistema "Manutenzione" risulta ampiamente all'interno dell'area di accettabilità della Matrice di Rischio, grazie alla riduzione della probabilità di evento derivante dall'addestramento e uso di procedure formali, nonché dal parco macchine che sono in uso nell'aeroclub. La gravità di eventi di manutenzione è ritenuta "maggiore", cioè il livello intermedio di severità. Ciò esclude le situazioni di "errori latenti" che influiscono sulle operazioni di volo, in quanto questi errori verranno trattati in relazione ai sistemi "aeromobile" e "operazioni volo".  
Pertanto, non si ritiene necessaria alcuna modifica al sistema esistente di manutenzione ed addestramento esistenti che si stimano sufficienti per garantire la sicurezza delle operazioni di manutenzione, anche se notevoli ed estese in termini di operazioni e quantità di velivoli mantenuto negli hangar.
2. I sistemi tecnici, cioè gli aeromobili e gli elicotteri, risultano ugualmente sufficientemente sicuri sotto il profilo del rischio, grazie alla qualità dell'hardware ed alla manutenzione che costituiscono una notevole risorsa funzionale di sicurezza, e all'addestramento dei piloti che permette di "scoprire" eventuali malfunzionamenti e guasti durante le ispezioni pre-volo e di gestire al meglio eventuali malfunzionamenti durante il volo. Il livello di severità di conseguenze derivanti da guasti negli aeromobili viene considerato "Pericoloso" in quanto si contempla la possibilità di danni gravi ma non necessariamente di morti.
3. Il sistema denominato "Operazioni volo" risulta essere molto sensibile alla valutazione del rischio. Infatti, il livello di conseguenza posizionato al valore "Catastrofico" non permette di accettare senza revisione le situazioni esistenti in seno al sistema stesso (assenza di area "verde" nella matrice di rischio). Inoltre, la presenza di una certa

intensità di traffico, derivante soprattutto della presenza dei voli di addestramento, porta a dare una stima della frequenza di eventi di errore e possibili guasti ad un valore di  $10^{-4}$ , la quale ridotta grazie alla qualità dell'hardware ed all'addestramento dei piloti nonché alle operazioni di gestione del traffico (comunicazioni) effettuate in linguaggio standard, porta ad una stima totale del rischio appena all'interno del quadrante di accettabilità con revisione (area "gialla" della matrice di rischio).

In tale caso, si ritiene necessaria una valutazione approfondita da parte dei responsabili di sicurezza dell'aeroporto delle varie barriere di sicurezza esistenti. Tale valutazione deve avere come obiettivo l'assicurazione che tali barriere siano tutte mantenute attive e di buona qualità, sia a livello tecnico che normativo, affinché siano mantenuti i livelli di sicurezza funzionali che salvaguardano dai pericoli derivanti dal traffico. Ciò è particolarmente importante per le fasce temporali in cui si presenta un traffico rilevante sia di trasporto GA che di addestramento.

4. Il sistema di operazioni della CRI e del pronto intervento medico 118 è stato considerato accettabile sotto il profilo del rischio, in quanto, ancorché associato a possibili conseguenze "catastrofiche", come nel caso precedente, la scarsità di occorrenza e la distanza dal traffico aeroportuale vera e propria (le piazzole di eliporto sono piuttosto lontane dalla pista di decollo) fanno sì che si sia valutata una frequenza di occorrenza dell'ordine di grandezza  $10^{-10}$  e quindi molto al di sotto dei valori accettabili.

Infine, si ricorda come queste stime siano di carattere preliminare e semi quantitativo, dovendo i valori di frequenza essere tutti possibilmente convalidati o rivisti alla luce di indagini più approfondite. Inoltre, nel caso di spostamento o rilocalizzazioni importanti all'interno del sedime aeroportuale di edifici e/o servizi, sarà indispensabile rivedere le stime fatte e riconsiderare le probabilità e frequenze di occorrenza alla luce delle nuove configurazioni e della logistica dell'aeroporto e dei suoi sistemi operativi.

### **Referenze**

Bordoni Bisleri F. (2008). Descrizione Aerolub Milano

ENAC (2008). Documentazione relativa all'aeroporto di Bresso.

ICAO, (2006). Safety Management Manual. Doc 9859, AN/460. International Civil Aviation Organisation, Montreal.

Presidenza del Consiglio dei Ministri, (2007). Protocollo di Intesa per verificare la fattibilità della ricollocazione dell'aeroporto di Bresso e per risolvere a breve termine le questioni attinenti la sicurezza dell'area .....

Picardi, R. (2009). La ricollocazione dell'aeroporto di Bresso. Relazione n. 670. Dip. di Ingegneria Aerospaziale, Politecnico di Milano.

### **Referenze Web**

<http://www.storiadimilano.it/citta/milanotecnica/volo/bresso.htm>