



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento

RELAZIONI GENERALI Studio Aeronautico MPL 2035 ENAV - Relazione Finale Model Based Simulation

Livello di Progetto

PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE - MASTERPLAN

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PSA	01	MARZO 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-GEN1-011-AE-RT_Rel MBS - ENAV
				TITOLO RIDOTTO
				Rel MBS - ENAV

01	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	ENAV	ENAV	ENAV
00	10/2022	EMISSIONE PER APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA DI ENAC	ENAV	ENAV	ENAV
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

COMMITTENTE PRINCIPALE	GRUPPO DI PROGETTAZIONE	SUPPORTI SPECIALISTICI
 ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti	 DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631	PROGETTAZIONE SPECIALISTICA
POST HOLDER PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tenerani POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'ippolito POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini	RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631	



QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
SGQ-P-CCS.1.1/D05 Relazione MBS
“Studio MBS LIRQ Masterplan 2035”



Aeroporto di Firenze

**Studio Aeronautico Masterplan 2035
Aeroporto di Firenze (LIRQ)**

Relazione Finale MBS



INTENTIONALLY BLANK



Documento Rilasciato da:

<i>ENAV S.p.A.</i>
<i>Aeronautical Design, Simulation and AIM</i>
<i>Angelo Ianniello</i>
<i>Version 2.0 – 14/07/2023</i>



Sommario

EXECUTIVE SUMMARY	6
1. INTRODUZIONE	8
1.1 CONOSCENZA DEL PROGETTO	8
1.2 CRITICITÀ IDENTIFICATE	9
2. METODOLOGIA	10
3. INDICATORI DI PERFORMANCE	11
4. DATI DI INPUT	12
4.1 CAMPIONE DI TRAFFICO	12
4.2 DESCRIZIONE DELLO SPAZIO AEREO.....	15
4.3 INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI.....	15
4.4 SEPARAZIONI	21
5. RISULTATI MBS	22
6. CONCLUSIONI	24

Lista delle Figure

FIGURA 1: INITIAL CLIMB RWY 29	15
FIGURA 2: SCENARIO AEROPORTUALE AL 2035	17
FIGURA 3: DISTANZE DICHIARATE, COORDINATE ED ELEVAZIONE.....	18
FIGURA 4: LIRQ 2035 - RWY 11-29	19
FIGURA 5 – LIRQ 2035 - PIAZZALI DELL’AEROPORTO.....	19
FIGURA 6 – LIRQ 2035 – PERCORSI DI RULLAGGIO	20
FIGURA 7: GRAFICO DI PARETO – LIVELLO DI SERVIZIO 10 MINUTI.....	23

Lista delle Tabelle

TABELLA 1: SCENARIO DI TRAFFICO MASTERPLAN 2035- AVIAZIONE COMMERCIALE.....	12
TABELLA 2: SCENARIO DI TRAFFICO MASTERPLAN 2035- AVIAZIONE GENERALE	13
TABELLA 3: SCENARIO DI TRAFFICO MASTERPLAN 2035- DISTRIBUZIONE ORARIA DEL TRAFFICO.....	14
TABELLA 4: TEMPI MINIMI DI OCCUPAZIONE DELLE PIAZZOLE	20
TABELLA 5: SEPARAZIONI PER WTC TRA ARRIVI SUCCESSIVI	21
TABELLA 6: CAPACITÀ ORARIA	22



Documenti di riferimento

- ENAV/MO-ATS ed 4.1
- AIP Italia

Abbreviazioni ed Acronimi

ACRONIMO	DESCRIZIONE
AIP	Aeronautical Information Publication
ATC	Air Traffic Control
ATS	Air Traffic Service
BADA	Base of Aircraft DAta
DER	Departure End Runway
E-OCVM	European Operational Concept Validation Methodology
FPDAM	Flight Procedure Design and Management
ICAO	International Civil Aviation Organisation
LDA	Landing Distance Available
LoA	Letter of Agreement
MBS	Model Base Simulations
OCA	Obstacle Clearance Altitude
OCH	Obstacle Clearance height
PI	Performance Indicator
RESA	Runway End Safety Area
RGL	Runway Guard Lights
ROT	Runway Occupancy Time
RVR	Runway Visual Range
RWY	Runway
SID	Standard Instrument Departure
SMR	Surface Movement Radar
STAR	Standard Instrument Arrival
SWY	Stopway
TDZ	Touchdown Zone
THR	Runway Threshold
THR ELEV	Runway Threshold Elevation
TODA	Take Off Distance Available
TORA	Take Off Run Available
TWR	Tower (aerodrome control tower)
TWY	Taxiway
VFR (VFR/N)	Visual Flight Rules (Notturmo)
VMC	Visual Meteorological Conditions
WTC	Wake Turbulence Category



INTENTIONALLY BLANK



EXECUTIVE SUMMARY

Il presente studio ha misurato, mediante *Model Based Simulation*, predeterminati “*Performance Indicator*” utili a valutare il grado di efficienza dell’aeroporto di Firenze Amerigo Vespucci, derivante dalle opere previste nella revisione del Masterplan 2035. Lo sviluppo aeroportuale consisterà principalmente nella costruzione del nuovo Terminal e nella realizzazione di una nuova pista di volo con orientamento 11-29 e lunghezza di 2.200 metri, correlato ad un nuovo layout aeroportuale con opere di prevista realizzazione.

La nuova pista di volo verrà utilizzata per i decolli, in direzione 290° e per gli atterraggi in direzione 110°, con impossibilità di atterraggio lungo la direttrice che prevede il sorvolo della città di Firenze.

La soluzione proposta prevede una pista di lunghezza maggiore rispetto a quella attuale ma inferiore rispetto alla precedente previsione di sviluppo, infatti, la nuova infrastruttura di volo avrà codice ICAO 4C (rispetto all’attuale 3C e al 4D previsto dalla precedente versione del Masterplan). La pista esistente verrà dismessa non appena entrerà in funzione la nuova e sarà parzialmente utilizzata quale via di rullaggio.

L’impatto della nuova pista, più corta rispetto a quella inizialmente prevista è parzialmente mitigato dalle performance assicurate dai nuovi modelli di aerei entrati in servizio negli ultimi cinque anni e da quelli che entreranno in servizio nell’immediato futuro (come da contratti di fornitura già sottoscritti dalle compagnie aeree operanti sullo scalo) per la medesima rete di destinazioni.

Il campione di traffico utilizzato, fornito da Toscana Aeroporti, è rappresentativo di quello che accoglierà il nuovo aeroporto sia in termini di volume sia di tipologia. In particolare, sono stati considerati 157 movimenti giornalieri di cui 13 di aviazione generale e 145 di commerciale.

Per la nuova movimentazione al suolo degli aeromobili sulle vie di rullaggio e sui percorsi preferenziali sono state riprodotte le procedure ed i metodi operativi appositamente sviluppati dal punto di contatto operativo di ENAV/Firenze.

Il concept di network utilizzato per la simulazione MBS, l’insieme dei dati di input, le assunzioni e le considerazioni operative costituiscono elementi essenziali dello studio che se inconsistenti o modificati potrebbero far perdere, in tutto o in parte, la validità degli output del presente studio, con tale premessa si riassumono di seguito i risultati misurati dallo studio.



Lo studio ha misurato la massima capacità teorica oraria, espressa in termini di movimenti per ora (movimenti in arrivo e/o in partenza). Nella configurazione selezionata per lo studio e considerando accettabile un livello di servizio di 10 minuti di ritardo medio (valore standard di riferimento), la **“Massima Capacità Teorica Oraria”** è risultata pari a **16 mov/h**.

Il valore di capacità misurato è strettamente legato alla complessità operativa dello scenario che è dovuta principalmente all'utilizzo delle piste contrapposte (con le inevitabili limitazioni imposte dall'applicazione delle separazioni necessarie per operare in condizioni di sicurezza) ma anche dall'adozione della procedura di salita iniziale per i decolli (Initial Climb Procedure) proposta da Toscana Aeroporti che ha avuto un impatto significativo sulle operazioni, incrementando ulteriormente le separazioni tra arrivi e partenze e quindi riducendo il valore massimo di capacità teorica. Il parziale e temporaneo utilizzo di una diversa procedura di decollo, assimilabile a quella con virata a sinistra già presente nel precedente Masterplan 2014-2029, potrebbe (salvo ulteriore approfondimento FTS) determinare un temporaneo incremento della massima capacità oraria in caso di necessità. Il nuovo layout aeroportuale e la configurazione delle vie di rullaggio invece, consentono una movimentazione totalmente indipendente tra arrivi e partenza e di conseguenza una maggiore efficienza della movimentazione al suolo degli aeromobili.



1. INTRODUZIONE

La Società Toscana Aeroporti ha richiesto ad ENAV una consulenza specialistica per la misurazione delle performance del nuovo Lay-out aeroportuale previsto dal Masterplan 2035 in caso di utilizzo delle opposte direzioni di pista che prevedano avvicinamenti RWY11 e decolli in direzione opposta RWY29.

Lo Scenario 2035 rappresenta la configurazione finale del previsto sviluppo aeroportuale ed include la fase di ampliamento del nuovo terminal passeggeri, nonché gli ultimi adeguamenti delle infrastrutture air-side ed il completamento degli interventi minori all'interno del sedime.

Lo scopo del presente documento è quello di illustrare la metodologia ed i risultati dello studio MBS, eseguito per valutare le performance operative dell'aeroporto Firenze Amerigo Vespucci derivante dalle opere previste dalla revisione del piano di sviluppo aeroportuale al 2035.

La pista è prevista per un utilizzo esclusivamente monodirezionale, con avvicinamenti per RWY 11 e decolli da RWY 29.

Lo studio è stato condotto utilizzando il simulatore AirTOP e durante l'esecuzione degli esercizi di simulazione sono stati raccolti una serie di dati grezzi relativi agli indicatori selezionati.

A valle dell'estrazione dei dati sono stati elaborati ed analizzati i risultati e calcolata la Massima Capacità Teorica Oraria (lato Airside).

1.1 Conoscenza del Progetto

La presente proposta di project review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035 dell'aeroporto di Firenze, mira a definire uno scenario di trasformazione dell'esistente infrastruttura aeroportuale prioritariamente indirizzato ad un'efficace ed efficiente sostenibilità dello scalo tale da:

- ridurre la popolazione esposta al rumore aeroportuale rispetto allo stato attuale, migliorando la sostenibilità ambientale dell'esercizio aeronautico e migliorando il benessere della popolazione attualmente sorvolata;



- ottimizzare le nuove rotte e procedure di volo (decollo e atterraggio), in modo da contenere il sorvolo di aree residenziali e, conseguentemente, limitare al massimo i livelli di pressione sonora percepiti dalla popolazione residente nel territorio interessato dai nuovi sorvoli;

Lo studio parte dall'esigenza di verificare la possibilità di ottimizzare le operazioni dell'aeroporto di Firenze valutando gli impatti operativi e sulle performance, di scenari studiati per ridurre i sorvoli sui centri abitati intorno al nuovo aeroporto. Pertanto, si studieranno le operazioni nel caso siano in uso la pista RWY11 per gli avvicinamenti e la direzione opposta, RWY29 per i decolli con la nuova Initial Climb prevista in progetto.

Lo scenario progettuale dello studio ha l'obiettivo di ottimizzare le performance dell'aeroporto e quindi misurare, attraverso la Fast Time Simulation, le performance dello scenario progettuale per piste opposte.

1.2 Criticità Identificate

L'analisi dei dati relativi allo scenario per piste opposte, che prevede l'utilizzo della Initial Climb prevista da Toscana Aeroporti, presuppone un sensibile incremento delle Interagenze tra decolli ed atterraggi che si trovano ad operare sulla stessa direttrice ma con rotte in conflitto. Per le operazioni simultanee di decolli ed atterraggi è altresì aspettata una forte crescita dei ritardi dovuti all'applicazione, da parte del controllo del traffico aereo, delle separazioni necessarie per operare in condizioni di sicurezza, con decolli ed atterraggi su direttrici contrapposte, come nel caso di questo studio.



2. METODOLOGIA

La verifica delle performance di uno scenario operativo tramite MBS è il processo iterativo attraverso il quale si può valutare il sistema ATM, un'infrastruttura o un nuovo concetto operativo.

Il processo di verifica utilizzato è coerente con quello descritto nel documento E-OCVM (European Operational Concept Validation Methodology) che prevede la:

- Definizione degli obiettivi;
- Preparazione del piano di validazione;
- Definizione degli esercizi di simulazione;
- Analisi dei risultati;
- Sviluppo e distribuzione delle conclusioni.

Per scenario di simulazione si intende un insieme di elementi necessari alla rappresentazione dell'ambiente operativo e/o dell'infrastruttura oggetto di studio.

Lo scenario base, per una simulazione, riproduce l'ambiente oggetto di misurazione in “condizioni standard” quali:

- Atmosfera Standard Internazionale ICAO;
- Assenza di Vento;
- Condizioni di visibilità 1;
- Aree militari non in uso;
- Corretto funzionamento di tutti i sistemi;
- Regole e procedure di gestione del controllo del traffico aereo in vigore al momento dell'inizio dello studio

I modelli di simulazione sviluppati per il presente studio sono stati realizzati con il simulatore AirTOP versione 4.0.0. La piattaforma di simulazione AirTOP è un avanzato tool di simulazione gate to gate, realizzato per la progettazione, modellazione e simulazione del traffico aereo, sia per la valutazione della gestione del traffico in ambito aeroportuale, sia in rotta e in avvicinamento.

Il simulatore Air Top utilizza il modello di prestazioni degli aa/mm basato sulle performance EUROCONTROL/BADA versione 3.15.



3. INDICATORI DI PERFORMANCE

Al fine di valutare le performance oggetto del presente studio e quindi, per la valorizzazione di alcuni indicatori dell'area Capacity, sono stati misurati ed analizzati, con riferimento alla pertinente e correlata documentazione internazionale (UE, EUROCONTROL, SESAR), i valori del ritardo medio per singola operazione (espresso in minuti), in particolare per i traffici in partenza il *ritardo Runway* (ritardo medio per singola operazione accumulato al punto attesa prima dell'allineamento e decollo) e per i traffici in arrivo, il *ritardo sequencing* (ritardo medio per singola operazione accumulato dai traffici in arrivo nella fase di avvicinamento per rispettare le separazioni). L'indicatore selezionato per questo studio è la:

- *Massima Capacità Teorica Oraria dell'aeroporto Airside:*

Per massima capacità teorica oraria dell'aeroporto lato airside (di seguito capacità dell'aeroporto) si intende: Il numero massimo di operazioni (Arrivi/Partenze) gestite per unità di tempo (1 ora) per un determinato livello di servizio che nel presente studio è espresso in termini di ritardo medio per singola operazione (soglia massima accettabile 10 min. per volo) in un aeroporto. Il calcolo della capacità dell'aeroporto avviene incrementando il traffico (attraverso un processo di clonazione del traffico base) fino al raggiungimento del livello di saturazione, ovvero il massimo carico di traffico aereo oltre il quale il sistema aeroportuale non è più in grado di smaltire le operazioni di arrivo e di partenza a causa degli eccessivi ritardi. A saturazione avvenuta, vengono considerate tutte le coppie arrivi/partenze che si sono osservate in ciascuna delle fasce orarie dell'intera giornata simulata e per ogni incremento di traffico con un ritardo medio non superiore al livello di servizio scelto. Il simulatore misura il numero massimo di operazioni, arrivi e partenze, dall'aeroporto (lato airside) nelle diverse condizioni di traffico (inbound, outbound, mixed).



4. DATI DI INPUT

Tutti i dati di input e le assunzioni costituiscono elementi essenziali della simulazione che se inconsistenti o modificati potrebbero far perdere, in tutto o in parte, la validità dell'output dello studio. Il seguente capitolo riporta i dati di input utilizzati per la simulazione.

4.1 Campione di Traffico

Il campione di traffico utilizzato per gli scenari di simulazione, di seguito anche traffic sample, è rappresentativo di quello che accoglierà l'aeroporto oggetto dello studio in termini sia di volume di traffico sia di tipologia e fa riferimento ai dati inclusi nella project review del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

Il campione di traffico fornito si compone di un totale di 157 movimenti di cui 13 di aviazione generale.

Le seguenti tabelle mostrano i dettagli della fleet mix e la distribuzione oraria dei voli considerati nello studio:

Scenario di traffico Masterplan 2035 AVIAZIONE COMMERCIALE	Tipo a/m	% Modello
	A319NEO	5%
	A320NEO	31%
	A321	2%
	B738	23%
	CS3	8%
	E190 E2	9%
	E195 E2	23%

Tabella 1: Scenario di traffico Masterplan 2035- Aviazione Commerciale



Scenario di traffico Masterplan 2035 AVIAZIONE GENERALE	Tipo a/m	% Modello
	C56X	12,33%
	C172	6,45%
	E55P	5,82%
	C525	5,67%
	E50P	5,28%
	C680	4,69%
	C25A	4,46%
	CL60	4,46%
	GLEX	4,36%
	F2TH	3,97%
	GLF6	3,66%
	PC12	3,66%
	CL35	3,35%
	GLF5	3,19%
	E135	2,71%
	M20P	2,63%
	C510	2,59%
	A109	2,47%
	GL5T	2,47%
H25B	2,26%	
BE40	2,01%	
C550	1,85%	
CL30	1,77%	
C207	1,73%	
GLF4	1,73%	
C206	1,48%	
FA7X	1,48%	
P180	1,48%	

Tabella 2: Scenario di traffico Masterplan 2035- Aviazione Generale



	Distribuzione oraria movimenti	
Fasce Orarie	Aviazione Commerciale	Aviazione Generale
00-01	0	0
01-02	0	0
02-03	0	0
03-04	0	0
04-05	0	0
05-06	0	0
06-07	10	0
07-08	4	0
08-09	7	1
09-10	8	1
10-11	11	1
11-12	13	1
12-13	10	2
13-14	10	1
14-15	12	1
15-16	7	1
16-17	6	1
17-18	8	1
18-19	11	1
19-20	12	1
20-21	7	0
21-22	5	0
22-23	4	0
23-24	1	0
Totale	145	13

Tabella 3: Scenario di traffico Masterplan 2035- Distribuzione Oraria del Traffico



4.2 Descrizione dello Spazio Aereo

Lo spazio aereo circostante l'aeroporto di Firenze non è oggetto del presente studio, eventuali valutazioni sono lasciate a studi successivi.

4.2.1 Procedure di Partenza

I traffici in partenza per RWY 29 utilizzano la Initial climb fornita da Toscana Aeroporti di seguito riportata:

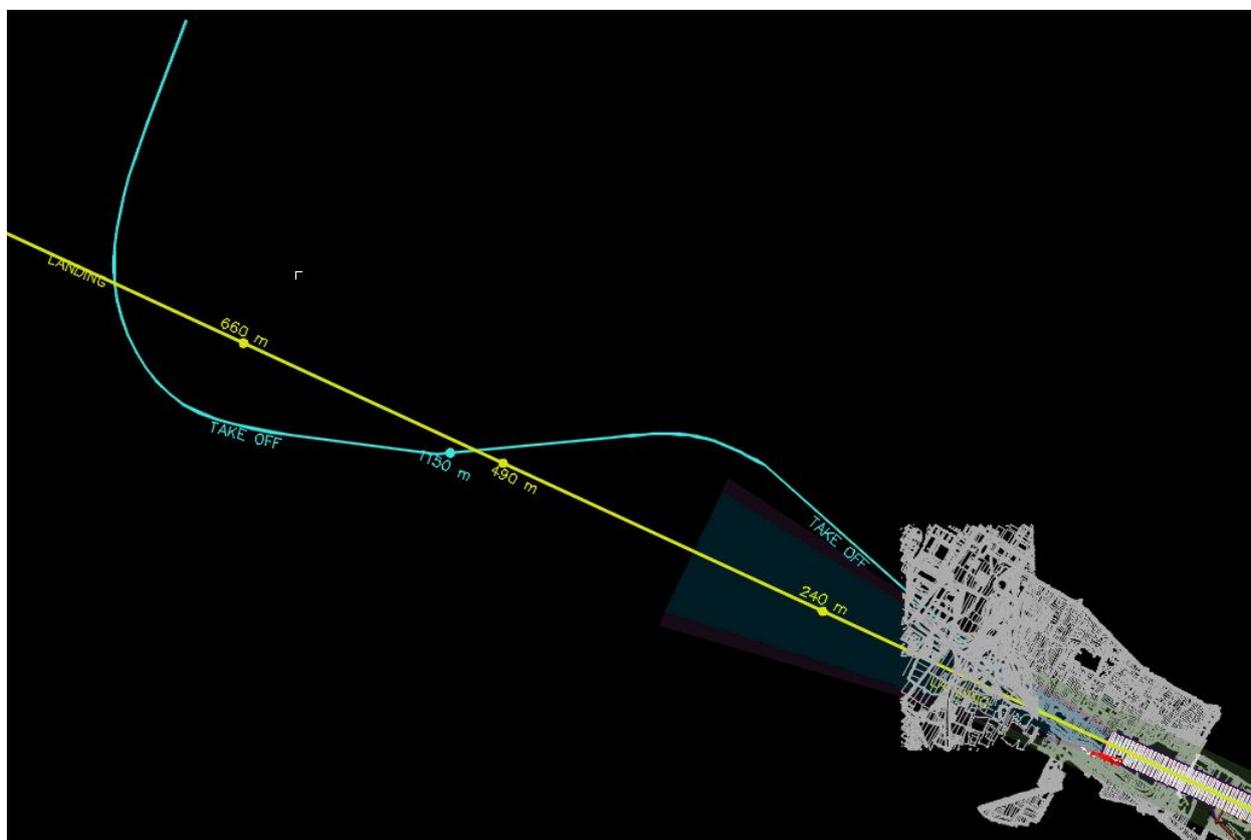


Figura 1: Initial Climb RWY 29

4.3 Infrastrutture Aeroportuali

Lo sviluppo della Pista e delle restanti infrastrutture a servizio avverrà secondo fasi operative successive, cronologicamente cristallizzate nei tre macro-scenari del 2026, 2030 e 2035.



Lo studio è focalizzato allo scenario 2035 dove tutte le infrastrutture previste saranno complete, in particolare:

- l'ampliamento dell'attuale area di stazionamento Apron 100 a servizio del nuovo Terminal passeggeri;
- il completamento della nuova pista di volo fino al raggiungimento della lunghezza di 2.200 metri: prevede l'allungamento della pista fino alla lunghezza massima di 2.200 metri e la realizzazione di ulteriori infrastrutture di collegamento (TWY C) e stazionamento necessarie al miglioramento e alla semplificazione delle modalità di circolazione a terra degli aeromobili;
- Creazione di due stand dedicati alle attività di de-icing;
- Integrazione delle infrastrutture di volo attraverso la realizzazione di altri 4 stand adiacenti i due stand de-icing, in configurazione remota e pertanto con movimentazione in self-manoeuvring;
- Realizzazione di due taxiway categoria Charlie sulla piattaforma dell'attuale pista 05-23 e la contestuale realizzazione di due taxiways categoria Bravo sul raccordo Golf, con l'obiettivo di separare in modo definitivo il rullaggio verso la soglia 29 delle due categorie di aeromobili generali e commerciali.

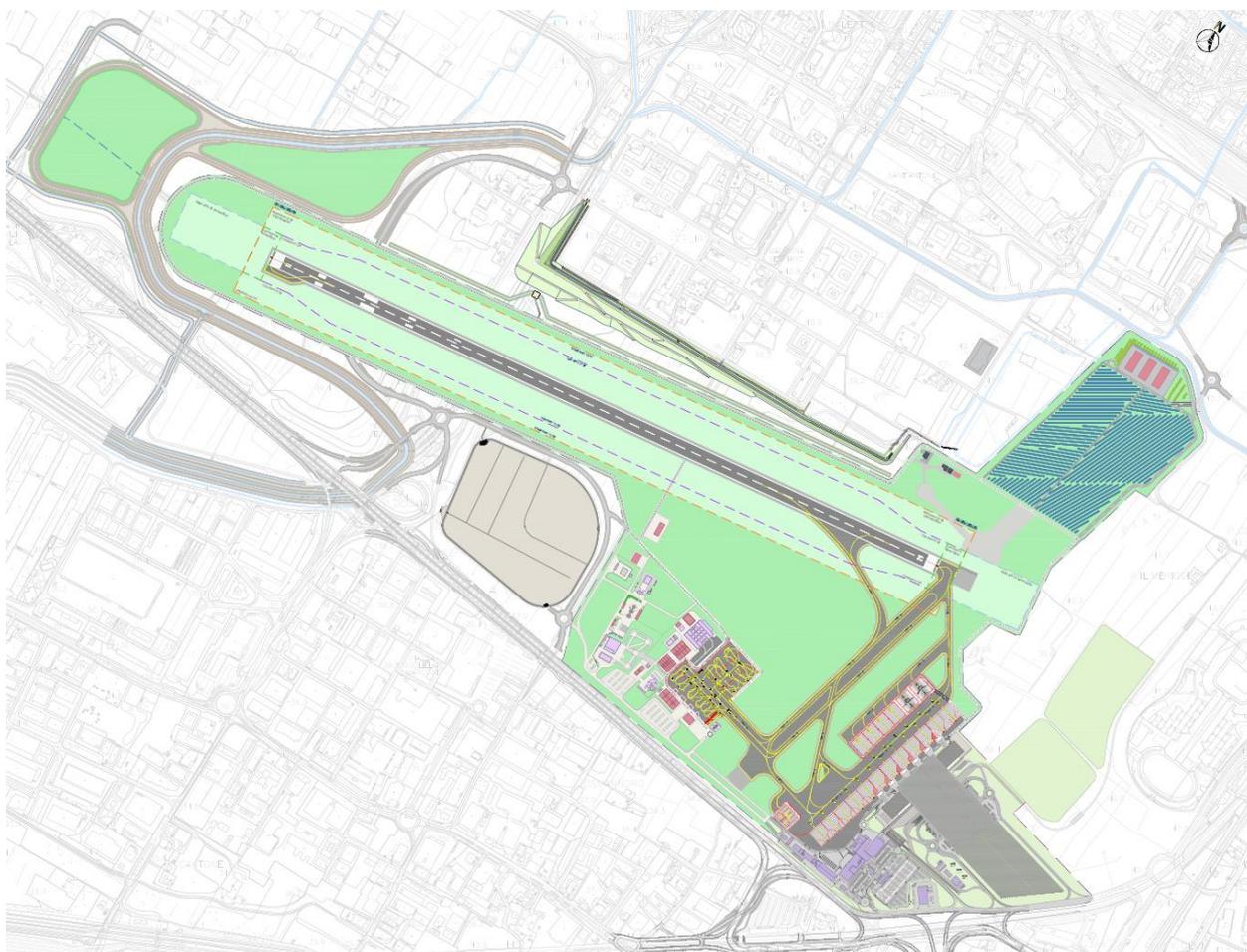


Figura 2: Scenario aeroportuale al 2035

4.3.1 Pista

La nuova pista di volo 11-29 si sviluppa per una lunghezza di 2.200 metri (contro i circa 1.650 metri dell'attuale e i 2.400 del precedente Masterplan 2014-2029).

La nuova pista di volo è caratterizzata dalla sua “unidirezionalità”, dal punto di vista operativo, con orientamento 11-29 (con arrivi da pista 11 e decolli da pista 29), ha una lunghezza di 2200 m, con una larghezza di 45 m, cui sono associate le shoulder di 7,5 m ciascuna. Presenta una classificazione “4C”, orientamento magnetico (QFU) 114/294, soglia 11 a quota 37,710 slm (123,720.47 ft) e soglia 29 a quota della soglia 29 pari a 39.615 m (129.97047 ft). La pista è dotata di una taxiway di uscita



rapida “A” mentre il collegamento della pista con i piazzali avviene tramite un sistema di raccordi, in parte esistenti ed in parte di nuova costruzione.

Le caratteristiche fisiche relative alla pista sono quelle fornite da Toscana Aeroporti e sono state calcolate a partire dalle coordinate WGS 84 dei punti notevoli di pista (THR/END/DER) da cui si è proceduto al calcolo delle distanze dichiarate.

Le coordinate e le distanze sono riassunte nella seguente immagine:

Declared Distance Computational Manager	
Runway	
TORA (m)	2199.96
Runway Direction 1 [11]	
THR	
Latitude	43 ° 49 ' 09.0363 " -
Longitude	011 ° 10 ' 47.8665 " -
Elevation	37.71 UOM M
Runway End	
Latitude	43 ° 48 ' 37.2363 " -
Longitude	011 ° 12 ' 15.9656 " -
Elevation	39.61 UOM M
DER	
Latitude	43 ° 48 ' 36.3632 " -
Longitude	011 ° 12 ' 18.3684 " -
Elevation	39.61 UOM M
Clearway Lenght (m)	60
Stopway Lenght (m)	0
TODA (m)	2259.96
ASDA (m)	2199.96
LDA (m)	2199.96
Displ Thr Dist (m)	0
Runway Direction 2 [29]	
THR	
Latitude	43 ° 48 ' 37.2363 " -
Longitude	011 ° 12 ' 15.9656 " -
Elevation	39.61 UOM M
Runway End	
Latitude	43 ° 49 ' 09.0363 " -
Longitude	011 ° 10 ' 47.8665 " -
Elevation	37.71 UOM M
DER	
Latitude	43 ° 49 ' 09.9038 " -
Longitude	011 ° 10 ' 45.4637 " -
Elevation	37.71 UOM M
Clearway Lenght (m)	60
Stopway Lenght (m)	0
TODA (m)	2259.96
ASDA (m)	2199.96
LDA (m)	2199.96
Displ Thr Dist (m)	0

Figura 3: Distanze dichiarate, coordinate ed elevazione



Figura 4: LIRQ 2035 - RWY 11-29

4.3.2 Apron

Il previsto nuovo Lay-out avrà due Apron completamente indipendenti, uno interamente dedicato ai voli di Aviazione Generale ed uno a quelli Commerciali:



Figura 5 – LIRQ 2035 - Piazzali dell'aeroporto



Push-back contemporanei da stand attigui non sono consentiti, sono consentite operazioni simultanee di push-back osservando una spaziatura di almeno uno stand.

La seguente tabella riporta i tempi minimi di turn-around per tipologia di velivolo:

AIRCRAFT CATEGORY	TURN-AROUND (min.)
CAT A-B-C	40

Tabella 4: Tempi minimi di occupazione delle piazzole

4.3.3 Percorsi di rullaggio

I percorsi di rullaggio utilizzati nel modello di simulazione sono riportati nella seguente immagine; Le frecce di colore giallo rappresentano le traiettorie previste dagli aeromobili in arrivo, mentre quelle rosse i percorsi seguiti dalle quelli in partenza:



Figura 6 – LIRQ 2035 – Percorsi di rullaggio



4.4 Separazioni

4.4.1 Arrivi successivi

Sulla RWY 11 in assenza di partenze, la separazione minima tra successivi avvicinamenti stabilizzati sulla radioassistenza di avvicinamento finale è di almeno 5 NM.

Nella Tabella seguente sono riportate le separazioni per WTC applicate agli aeromobili in avvicinamento:

CATEGORIA AEROMOBILE		MINIMA SEPARAZIONE
a/m CHE PRECEDE	a/m CHE SEGUE	
SUPER HEAVY/B757	SUPER	4 NM
HEAVY/B757	HEAVY	4 NM
HEAVY/B757	MEDIUM/B757	5 NM
MEDIUM	LIGHT	5 NM
SUPER	HEAVY	6 NM
HEAVY/B757	LIGHT	6 NM
SUPER	MEDIUM/B757	7 NM
SUPER	LIGHT	8 NM

Tabella 5: Separazioni per WTC tra arrivi successivi

4.4.2 Partenze successive

Per quanto riguarda le separazioni tra successive partenze, a meno di quelle standard previste per WTC si applicano 2 minuti.

4.4.3 Arrivi-Partenze

Con un aeromobile in avvicinamento per RWY11, la partenza potrà essere autorizzata alla corsa al decollo prima che l'aeromobile in arrivo non superi 30 NM. Nell'ambiente di simulazione tale interazione è tradotta in una distanza di blocco arrivo/partenza entro la quale non è più possibile autorizzare la corsa al decollo agli aeromobili in partenza in presenza di un aeromobile in arrivo.



5. RISULTATI MBS

Questo capitolo riporta i risultati quantitativi per l'analisi Fast-Time dell'aeroporto di Firenze con riferimento al campione di traffico scelto, relativamente all'indicatore selezionato. Il performance indicator misurato nello studio in oggetto è la **Massima Capacità Teorica Oraria dell'aeroporto Airside**, valore che rappresenta il livello di capacità oraria che nell'esatto rispetto della modellizzazione (regole e traffic sample), potrebbe essere raggiunta (la capacità teorica, quindi, rappresenta la capacità ideale dell'infrastruttura, nel rispetto degli scenari modellizzati).

È importante sottolineare che i risultati ottenuti dipendono strettamente da tutte le specifiche acquisite in fase di raccolta dati input e che viene riprodotto un ambiente di simulazione standard in cui non sono modellate tutte quelle operazioni, azioni, decisioni che il controllore gestisce in fase tattica a seconda delle condizioni, delle situazioni e delle esigenze operative.

Eventuali modifiche o inconsistenze dei dati in ingresso alla simulazione possono far perdere, in tutto o in parte, la validità degli output dello studio.

Nella configurazione in cui gli arrivi atterrano sulla pista 11 e le partenze decollano dalla 29, considerando accettabile un livello di servizio di 10 minuti di ritardo medio (valore standard di riferimento), la "Massima Capacità Teorica Oraria" è pari a **16 movimenti per ora**.

	PICCO ARRIVI	PICCO PARTENZE	BILANCIATA	
			ARR	DEP
LIVELLO DI SERVIZIO 10 MIN.	14 (CON 1 DEP)	11 (CON 4 ARR)	8	8

Tabella 6: Capacità Oraria

Di seguito il grafico di Pareto dove è possibile analizzare, a parità di ritardo medio massimo (10 minuti), il rapporto tra le operazioni di arrivo e partenza che si sono registrate in quel dato giorno di traffico per ciascun incremento (clonazione). La curva rossa rappresenta le coppie ARR/DEP dei picchi massimi teorici dello scenario modellizzato. Per comodità, i valori massimi teorici di picco sono rappresentati anche nella prossima tabella.

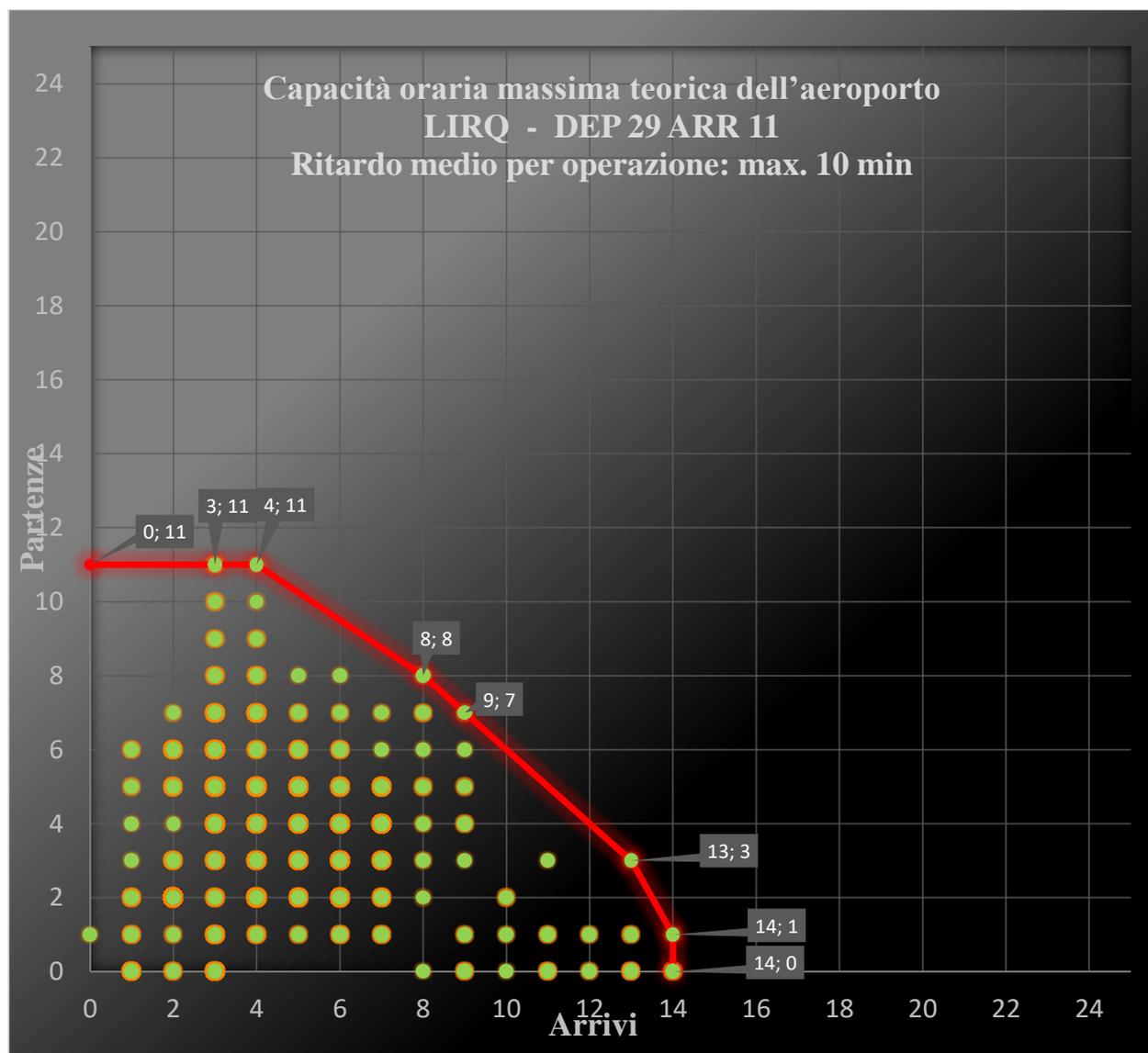


Figura 7: Grafico di Pareto – Livello di Servizio 10 minuti

ARRIVI	PARTENZE	TOTALE
0	11	11
3	11	14
4	11	15
8	8	16
9	7	16
13	3	16
14	1	15
14	0	14



6. CONCLUSIONI

Lo studio MBS ha misurato, mediante Model Based Simulation, le performance dell'aeroporto di Firenze nello scenario operativo ed infrastrutturale previsto dal Masterplan 2035.

In esito alla simulazione, impiegando una metodologia coerente con lo standard europeo (E-OCVM), è stato misurato un valore di 16 movimenti/ora, che corrisponde al numero massimo di aeromobili gestibili in un'ora, tra arrivi e partenze, rispettando il livello di servizio selezionato ed accettabile (ritardo medio inferiore a 10 minuti). Le separazioni necessarie per operare in condizioni di sicurezza hanno determinato, nelle fasi di picco un aumento progressivo dei ritardi che sono risultati difficili da smaltire durante il resto della giornata.

I notevoli ritardi misurati e quindi l'inevitabile riduzione della capacità dell'aeroporto, sono imposti dall'applicazione delle separazioni necessarie per operare in condizioni di sicurezza e particolarmente penalizzanti utilizzando una configurazione di pista critica, come quella selezionata per questo studio. Dall'analisi dei risultati è emerso anche l'impatto significativo prodotto dall'utilizzo della nuova procedura di decollo (Initial Climb Procedure) che determina, rispetto alla precedente versione del Masterplan (che prevedeva la virata immediata dopo il decollo) un ulteriore incremento delle separazioni da applicare tra arrivi e partenze e quindi una riduzione della capacità massima.

Le performance misurate per lo scenario selezionato per questo studio evidenziano un valore di Capacità Massima Teorica pari a 16 movimenti l'ora, un valore sostanzialmente in linea con i valori misurati in precedenti analoghi studi per l'attuale aeroporto di Firenze (15 mov./ora misurati dallo studio del 2014) ma se confrontiamo questo valore con quelli a suo tempo misurati per l'ipotesi progettuale sviluppata per la precedente versione del Masterplan, si riscontra una riduzione del valore massimo di capacità del 27%, passando da 22 ai 16 movimenti l'ora, ma sensibilmente più contenuta rispetto alle analisi riferite al precedente Masterplan 2014-2029.

INTENTIONALLY BLANK

