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 2035

Titolo Documento Completo

Procedure Strumentali di Volo ENAV

Livello di Progetto

PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE 2035 – MASTERPLAN (PSA)

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE COMPLETO
PSA	03	Novembre 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-GEN1-014-AE-RT_Proc Strum Volo ENAV
				TITOLO RIDOTTO Proc Strum Volo ENAV

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
03	11/2024	Aggiornamento per recepimento osservazioni MASE	ENAV	ENAV	L. Tenerani
02	03/2024	Emissione per Procedura VIA-VAS	ENAV	ENAV	L. Tenerani
01	03/2023	Emissione per approvazione in linea tecnica di ENAC	ENAV	ENAV	L. Tenerani
00	10/2022	Emissione per Dibattito Pubblico	ENAV	ENAV	L. Tenerani

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	**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE** Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N° 631
POST HOLDER DI AREA	**POST HOLDER PROGETTAZIONE** Ing. Lorenzo Tenerani	**PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO** Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N° 1157	**SUPPORTO SPECIALISTICO** enav Operations Operational and Consulting Services Aeronautical Design, Simulation and AIM
		PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO Arch. Celiana Grouman Ordine degli Architetti di Firenze N° 9750	
	POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito	**PROGETTISTA SPECIALISTICO IMPIANTI** Ing. Andrea Bonciani Ordine degli Ingegneri di Firenze N° 4150	
		PROGETTISTA SPECIALISTICO INFRASTRUTTURE AIRSIDE Ing. Raffaello Sorrentino Ordine degli Ingegneri di Perugia N° A-2813	
	POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO/TERMINAL Geom. Luca Ermini	**PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO** Arch. Filippo Bosi Ordine degli Architetti di Firenze N° 9004	
		PROGETTISTA SPECIALISTICO INFRASTRUTTURE CIVILE Ing. Claudia Naldi Ordine degli Ingegneri di Firenze N° 7122	

È SEVERAMENTE VIETATA LA RIPRODUZIONE E/ O LA CESSIONE A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DELLA COMMITTENTE

Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Aeroporto di FIRENZE

nuova pista di volo

RWY 11/29

Analisi di fattibilità

Procedure Strumentali di volo

ENAV S.p.A.
Via Salaria, 716 – 00138 Roma - Tel. +39 06 81661 – Cap. Soc. € 541.744.385,00 I.V.
P.IVA 02152021008 – Reg. Imp. Roma - C.F. e CCIAA 97016000586 – REA 965162 - www.enav.it

Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Intenzionalmente Bianca

Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Redazione a cura della Struttura Aeronautical Design, Simulations and AIM

Responsabile Angelo Ianniello

versione 1.0 – 18/05/2023

Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Intenzionalmente Bianca

Sommario

1 LISTA ACRONIMI 8

2 GENERALITA' 10

3 DATI 11

3.1 COORDINATE THR 11

3.2 ELEVAZIONE THR 11

3.3 AEROMOBILI INTERESSATI 11

3.4 OSTACOLI 12

3.5 UAS/SPAZI AEREI 12

3.6 POSIZIONE RADIOASSISTENZE ASSOCIATE ALLA PROCEDURA 12

4 PROCEDURE STRUMENTALI DI VOLO 13

4.1 FINALE ILS RWY 11 14

4.2 MANCATO AVVICINAMENTO RWY11 16

4.2.1 ..... Ipotesi 1 - Mancato avvicinamento RWY11 con virata on fix a 5.8NM FPT DME (gradiente di salita 2.5%) 16

4.2.2 ..... Ipotesi 1-b - Mancato avvicinamento RWY11 con virata on fix a 5.8NM FPT DME (gradiente di salita 3.0%) 18

4.2.3 ..... Ipotesi 2 - Mancato avvicinamento RWY11 di tipo ILS to RNAV con virata on WPT a 6.4NM dopo THR11 (gradiente di salita 2.5%) 21

4.2.4 ..... Ipotesi 2b - Mancato avvicinamento RWY11 di tipo ILS to RNAV con virata on WPT a 6.4NM dopo THR11 (gradiente di salita 5.0%) 22

4.2.5 ..... Ipotesi 3 - Mancato avvicinamento RWY11 di tipo ILS to RNAV con virata on WPT a 1.7NM dopo THR11 (gradiente di salita 2.5%) 25

4.3 VSS E PAPI RWY11 27

4.3.1 ..... Procedura Partenza RWY 29 con virata ad altitudine 518 FT ed un gradiente di salita pari all'8% 28

5 CONCLUSIONI 35

Indice delle figure

Figura 1 – Intermedio, Finale ILS RWY11 e altitudini di sorvolo 14
Figura 2 – Finale ILS RWY11 in Google earth 15
Figura 3 – Finale ILS RWY11 con carta CIGA 1:500.000.....16
Figura 4 – Mancato Avvicinamento RWY11 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 2.5%) 17
Figura 5 – Mancato Avvicinamento RWY11 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 2.5%) in Google earth.....18
Figura 6– Mancato Avvicinamento RWY11 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 3.0%) 19
Figura 7 – Mancato Avvicinamento RWY12 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 3.0%) in Google earth.....20
Figura 8 – Orografia penalizzante Mancato avvicinamento RWY11 virata on WPT (gradiente di salita 2.5%) 21
Figura 9 –Mancato avvicinamento RWY11 virata on WPT (gradiente di salita 5.0%) 23
Figura 10 – Mancato avvicinamento RWY12 virata on WPT (gradiente di salita 5.0%) in Google earth 24
Figura 11 –Mancato avvicinamento RWY11 virata on WPT (gradiente di salita 2.5%) 25
Figura 12 – Mancato avvicinamento RWY12 virata on WPT (gradiente di salita 2.5%) 26
Figura 13: PAPI ILS RWY11 27
Figura 14: OPS – dettaglio foratura ostacoli.....28
Figura 15 – Procedura di Partenza RWY 29 prima virata a 518FT AMSL (gradiente di salita 8%) 29
Figura 16 – Procedura di Partenza RWY 29 prima virata a 518FT AMSL (gradiente di salita 8%) in Google earth.....30
Figura 17 – Procedura di Partenza RWY 29 seconda virata a 1900FT AMSL Fly-By e terza virata a 3040FT AMSL Fly-Over (gradiente di salita 8%) 31
Figura 18 – Procedura di Partenza RWY 29 seconda virata a 1900FT AMSL Fly-By e terza virata a 3040FT AMSL Fly-Over (gradiente di salita 8%) – Su Google Earth.....32
Figura 19 – Procedura di Partenza RWY 29, dal decollo a LOMED.....33
Figura 20 – Procedura di Partenza RWY 29, dal decollo a LOMED su Google Earth 34

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Coordinate VORDME esistente.....13
Tabella 2 – Codifica SID RNAV1/RNP1 to LOMED 30

1 LISTA ACRONIMI

AD	Aerodromo
AIP	Aeronautical Information Publication
AMSL	Above Mean Sea Level
ARP	Aerodrome Reference Point
ASDA	Accelerate-stop distance available
ATS	Air Traffic Service
ATZ	Aerodrome Traffic Zone
BRA	Building Restricted Area
CAD	Computer Aided Design
CIGA	Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautica
CTR	Control Zone
DA	Decision Altitude
DB	Data Base
DH	Decision Height
DER	Departure End of Runway
DME	Distance Measuring Equipment
ENAC	Ente Nazionale Aviazione Civile
KT	Knots (Miglia Orarie)
VOR	VHF Omni Range
DVOR	Doppler VHF Omni Range
FAF	Final Approach Fix
GIS	Geographical Information System
GP	Glide Path
HL	Height Loss
IC	Initial Climb

ILS	Instrument Landing System
IAF	Initial Approach Fix
IF	Intermediate Fix
LDA	Landing distance available
LOC	Localizer
MA	Missed Approach
MALTOW	Maximum Allowed Take Off Weight
MAPt	Missed Approach PoinT
MOC	Minimum Obstacle Clearance
NM	Nautical Miles
NDB	Non Directional Beacon
OAS	Obstacle Assessment Surfaces
OCA/H	Obstacle Clearance Altitude/Height
R/A	RadioAssistenza
RDH	Reference Datum Height
SID	Standard Instrument Departure
SOC	Start Of Climb
STAR	Standard Instrument Arrival
TIA	Turn Initiation Area
THR	Threshold
TODA	Take-off distance available
TORA	Take-off run available
TP	Turning Point
UTM	Universal Transverse Mercator (coordinate system)
WGS84	World geodetic system 1984
WPT	Waypoint
3D	Tridimensionale

2 GENERALITA'

Il presente documento delinea una prima analisi di fattibilità di un set minimo di procedure strumentali di volo (Instrument Flight Procedure) atte a garantire la fruibilità della pista con l'orientamento richiesto da Toscana Aeroporti.

L'orientamento della nuova pista è 11-29 e si discosta di circa 4° da quello precedentemente analizzato (2014) per la pista 12-30.

Lo scopo del presente documento non è quello di finalizzare in dettaglio le procedure strumentali di volo per l'aeroporto di Firenze, ma di verificare la fattibilità, nella nuova configurazione, di una procedura strumentale di avvicinamento ILS da Ovest e di una partenza strumentale verso Ovest. Qualora si decidesse di procedere con questa configurazione di pista (11-29) si dovranno valutare anche altre soluzioni progettuali con particolare riferimento alla fase di avvicinamento strumentale.

A tale scopo sono state pertanto progettate delle soluzioni con avvicinamenti RWY11 e partenze RWY29, prestando particolare attenzione all'aspetto storico-urbanistico che contraddistingue il territorio circostante l'aeroporto di Firenze/Peretola.

Nello specifico, sono state ipotizzate le seguenti procedure strumentali di volo:

- 1 avvicinamento finale di precisione ILS RWY 11;
- 1 mancato avvicinamento ILS RWY 11 di tipo convenzionale con gradienti di mancato del 2.5% e del 3% con virata on fix a 5.8NM FPT DME;
- 1 mancato avvicinamento ILS RWY 11 di tipo ILS to RNAV con gradienti di mancato del 2.5% e del 5% e virata on WPT a 6.4NM dopo la THR11;
- 1 mancato avvicinamento ILS RWY 11 di tipo ILS to RNAV con gradiente di mancato del 2.5% e virata on WPT a 1.7NM dopo la THR11;
- 1 procedura di salita iniziale RWY 29 con sentiero nominale di salita che ricalchi il più possibile quello richiesto da Toscana Aeroporti.

Gli orientamenti sono da intendersi in gradi magnetici nelle descrittive associate a ciascuna procedura strumentale di volo.

Le valutazioni in merito alle interagenze tra le aree di protezione delle procedure strumentali in argomento e gli ostacoli orografici/artificiali, sono state effettuate in ottemperanza ai parametri e criteri attualmente in vigore e contenuti nel DOC 8168 – Vol. II ICAO PANS-OPS.

I segmenti delle procedure sono stati progettati in "vero/true" e convertiti in "magnetico/mag." utilizzando la variazione magnetica 3,2° E a gennaio 2020 (3° E JAN 2020).

3 DATI

3.1 Coordinate THR

Le coordinate delle THR utilizzate in fase di progettazione sono riportate nella sezione relativa ai dati di progetto (Cap. 2.2 Pista di progetto 11/29) dello Studio Aeronautico "Firenze studio preliminare RWY11_29 31 marzo 2023".

3.2 Elevazione THR

L'elevazione delle THR utilizzate in fase di progettazione è riportata nella sezione relativa ai dati di progetto (Cap. 2.2 Pista di progetto 11/29) dello Studio Aeronautico "Firenze studio preliminare RWY11_29 31 marzo 2023".

3.3 Aeromobili interessati

Sebbene l'attuale aeroporto di Firenze abbia attualmente procedure strumentali di volo con minime che ne garantiscono la fruibilità solo ad aeromobili fino alla Cat. C le procedure sviluppate per il nuovo orientamento di pista hanno tenuto conto di categorie di aeromobili A-B-C-D.

Le procedure strumentali di volo sono state progettate prendendo in considerazione la categoria di aeromobile più penalizzante CAT D.

L'eventuale utilizzo delle procedure strumentali di volo sviluppate per aeromobili di categoria D, dovrà in ogni caso tenere conto oltre che del layout di pista (distanze disponibili) anche, in relazione alla procedura di partenza ipotizzata, del parere degli operatori che potrebbero doverla utilizzare. Analoghe considerazioni potrebbero valere per aeromobili in categoria C in funzione dei valori di MALTOW e delle prestazioni delle macchine chiamate a effettuare tale tipo di SID (traiettoria e gradiente di salita)

3.4 Ostacoli

Oltre ai normali ostacoli orografici sono stati presi in considerazione per l'analisi delle procedure strumentali di volo gli ostacoli artificiali:

- Attualmente presenti nel DB ENAV (ETOD, AIP. MWEB/LUAS);
- Forniti dalla Società di gestione per la nuova configurazione di pista.

Proprio in merito a questi ultimi si evidenzia la mancanza di alcuni ostacoli, di cui si dovrà tenere conto nello studio finale e che potrebbero determinare delle variazioni sulle minime indicate nel presente studio di fattibilità.

3.5 UAS/Spazi aerei

Poiché la nuova configurazione di pista comporterà la ridefinizione degli spazi aerei relativi al CTR di Firenze e alle zone della CTA di Roma che dovranno contenere le relative procedure strumentali di volo, nell'analisi di fattibilità si è potuto tenere in considerazione solo in parte l'impatto degli UAS e delle relative zone geografiche previste dalla Circolare ENAC ATM 09A, le quali potranno determinare innalzamenti delle minime OCA/H delle procedure di avvicinamento.

3.6 Posizione radioassistenze associate alla procedura

Per l'ILS è stato ipotizzato un impianto localizzatore allineato con il prolungamento dell'asse pista ed ubicato prima della soglia pista 29, ad una distanza di 3000m dalla THR 11.

La posizione ipotizzata è da intendersi come valutazione di massima che andrà determinata in funzione del layout aeroportuale.

Lo stesso dicasi per l'impianto di Guida Planata (GP), la cui posizione sarà funzione dell'angolo di discesa scelto e della RDH.

Nel documento è stato ipotizzato un angolo di discesa pari a 3° con una RDH standard pari a 15m.

Per quanto riguarda l'impianto VOR/DME, al momento non è stata ipotizzata una posizione futura, che andrà valutata, anch'essa, alla luce del layout di aeroporto.

Ai fini della progettazione del mancato avvicinamento convenzionale RWY11 si è ipotizzato un DME associato al GP ad una distanza di 286.22M dalla THR 11 onde garantire, nell'ipotesi di terreno avente la stessa elevazione della THR, una RDH standard di 15M.

Nel prosieguo del documento ci si riferirà a tale DME con il nominativo FPT.

Ai fini del presente documento è stata utilizzata la posizione dell'attuale PRT VOR/DME.

Tipo di radioassistenza Type of aid CAT di/of ILS (VAR ILS/VOR)	ID	FREQ	Orario Operational hours	Coordinate antenna Antenna site coordinates (WGS84)	Elevazione antenna DME Elevation of DME antenna	Copertura operativa nominale Limitazioni Designated operational coverage Limitations	Note Remarks
1	2	3	4	5	6	7	8
VOR/DME (3° E-2020.0)	PRT	112.50 MHZ CH 72X	VOR H24 DME H24	VOR 43°48'35.4"N 011°12'01.8"E DME 43°48'35.1"N 011°12'02.1"E	46 M AMSL	50 NM/25000 FT limitazioni a/limitations at 25 NM 000°/050° MRA 13000 FT 050°/140° MRA 8000 FT 140°/210° MRA 5000 FT 210°/270° MRA 3000 FT 270°/310° MRA 7000 FT 310°/360° MRA 8000 FT	1) MAINT: Primo e terzo WED di ogni mese/first and third WED of each month 0400-0530 (0300-0430)

Tabella 1 - Coordinate VORDME esistente

4 PROCEDURE STRUMENTALI DI VOLO

Partendo dal presupposto che la nuova configurazione aeroportuale richiederà una ristrutturazione completa degli spazi aerei, delle minime di vettoramento radar e delle procedure strumentali di volo, ivi incluso un nuovo set di STAR RWY11 di tipologia "A Tromboni", si riportano di seguito le analisi effettuate, considerando un segmento intermedio standard di 5NM, con basi dei tromboni di 6NM.

4.1 Finale ILS RWY 11

È stata ipotizzata una rotta di avvicinamento di precisione ILS per pista 11 con punto di avvicinamento intermedio (IF) a 14NM dal DME FPT (4000FT AMSL) e punto di avvicinamento finale (FAP) a 3000FT AMSL (9NM FPT DME) lungo la direttrice LOC 293°.

L'orientamento del segmento finale è 113° con gradiente di discesa standard 3° (-5.24% pari a 318 FT/NM) e RDH di 15m.

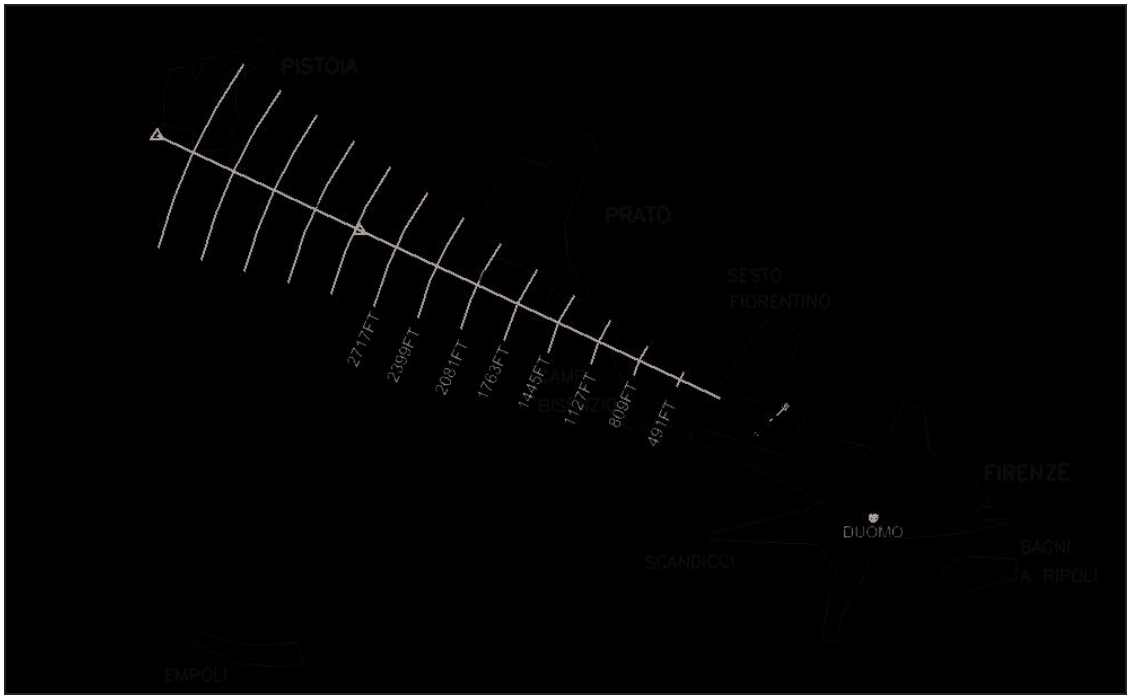


Figura 1 – Intermedio, Finale ILS RWY11 e altitudini di sorvolo

L'immagine indica le altitudini di sorvolo, fino al FAP, per ogni NM percorso lungo la rotta di avvicinamento di precisione ILS al gradiente di discesa standard ipotizzato.

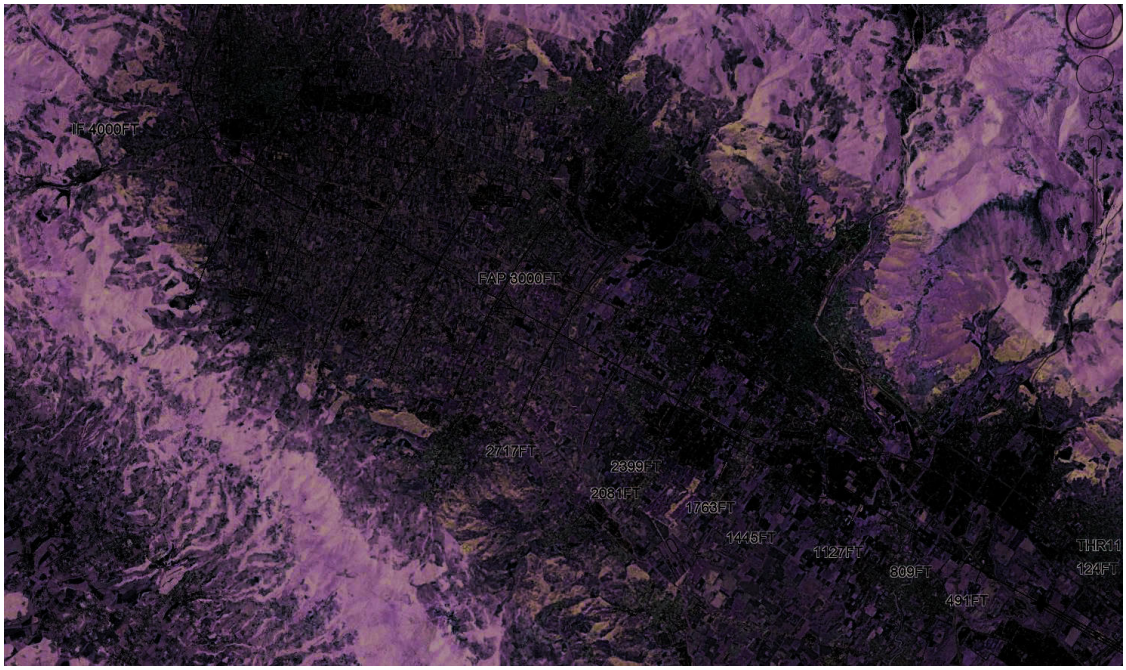


Figura 2 – Finale ILS RWY11 in Google earth

Un aeromobile, in questa fase di volo, interesserà la zona industriale limitrofa alla città di Prato, lontano dal centro storico, ad una quota compresa tra 2400FT e 1400FT AMSL.

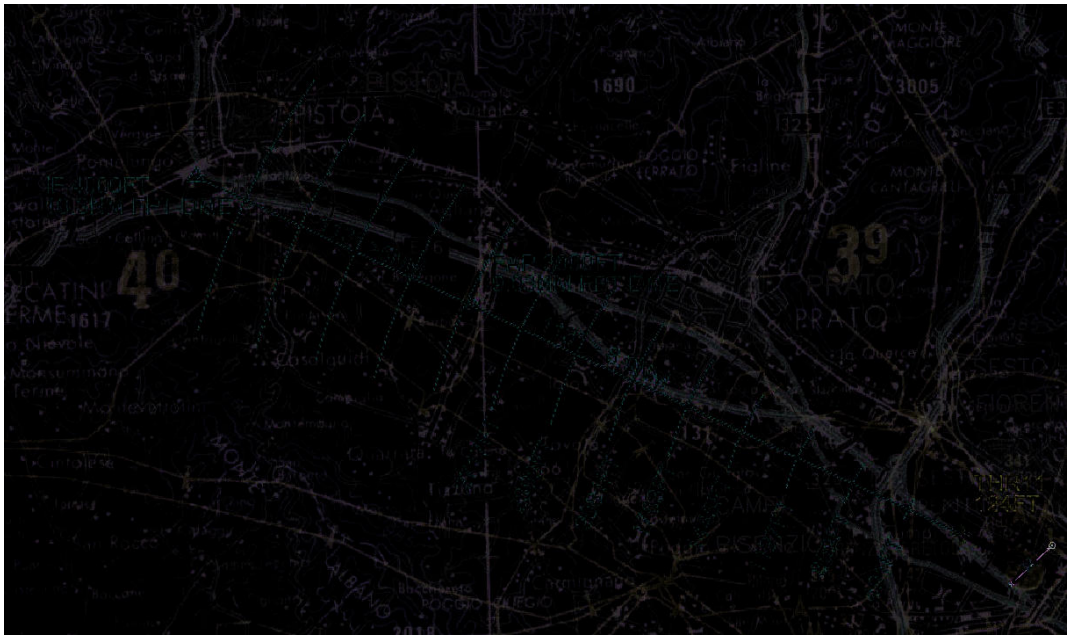


Figura 3 – Finale ILS RWY11 con carta CIGA 1:500.000

4.2 Mancato avvicinamento RWY11

Sono state ipotizzate tre tipologie di mancato avvicinamento, uno convenzionale e due RNAV.

4.2.1 Ipotesi 1 - Mancato avvicinamento RWY11 con virata on fix a 5.8NM FPT DME (gradiente di salita 2.5%)

È stato ipotizzato un mancato avvicinamento che prevede una virata a dx al raggiungimento del fix a 5.8NM FPT DME con un gradiente di mancato avvicinamento standard al 2.5% (152FT/NM).

La DA calcolata per aeromobili CAT D è pari a 700FT (DH: 576FT).

La distanza del punto di raggiungimento della DA, lungo il segmento finale ILS, dalla THR 11 è di 1.66NM.

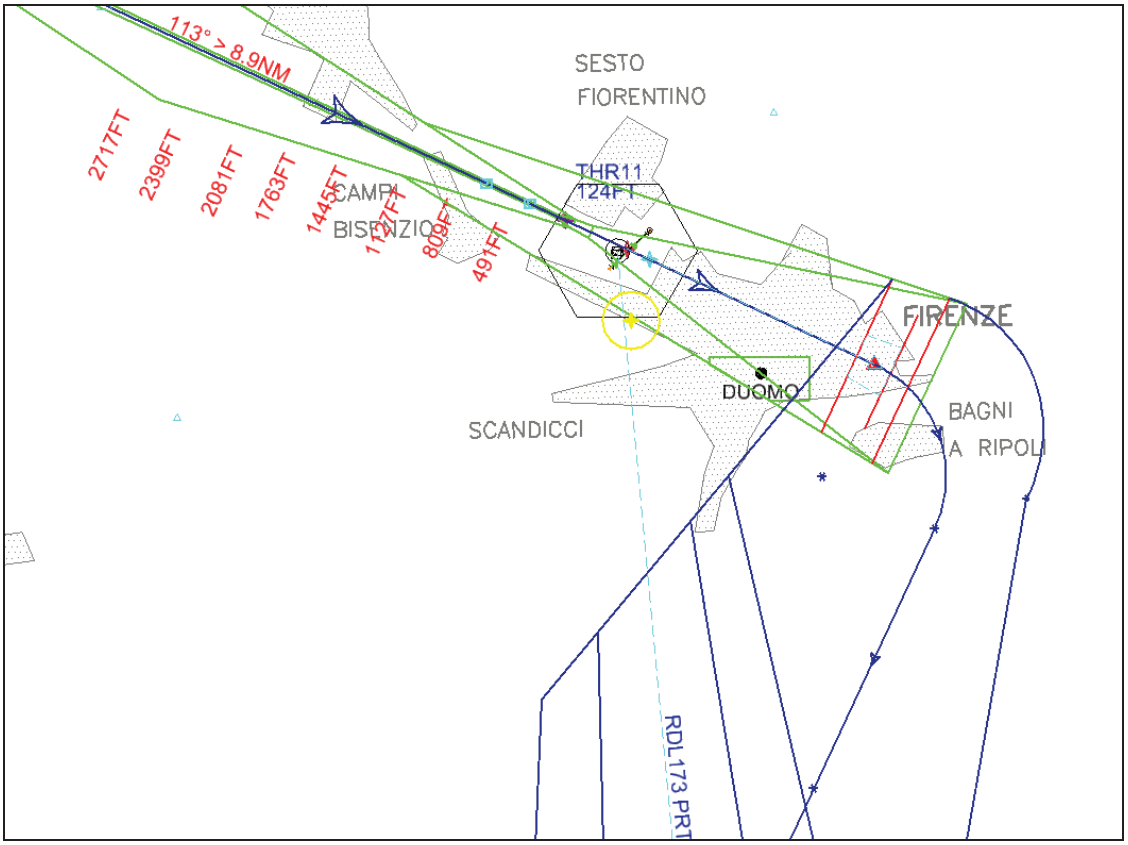


Figura 4 – Mancato Avvicinamento RWY11 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 2.5%)

Descrizione Mancato avvicinamento:

Proceed on TR 113° climbing to 4000FT AMSL. At 5.8NM FPT DME turn right (IAS MAX 190KT) on TR 203° to intercept and follow RDL 173 PRT VOR inbound holding fix RDL 173/15NM PRT VOR/DME.

Missed Approach gradient: 2.5% (152FT/NM) – gradiente standard.

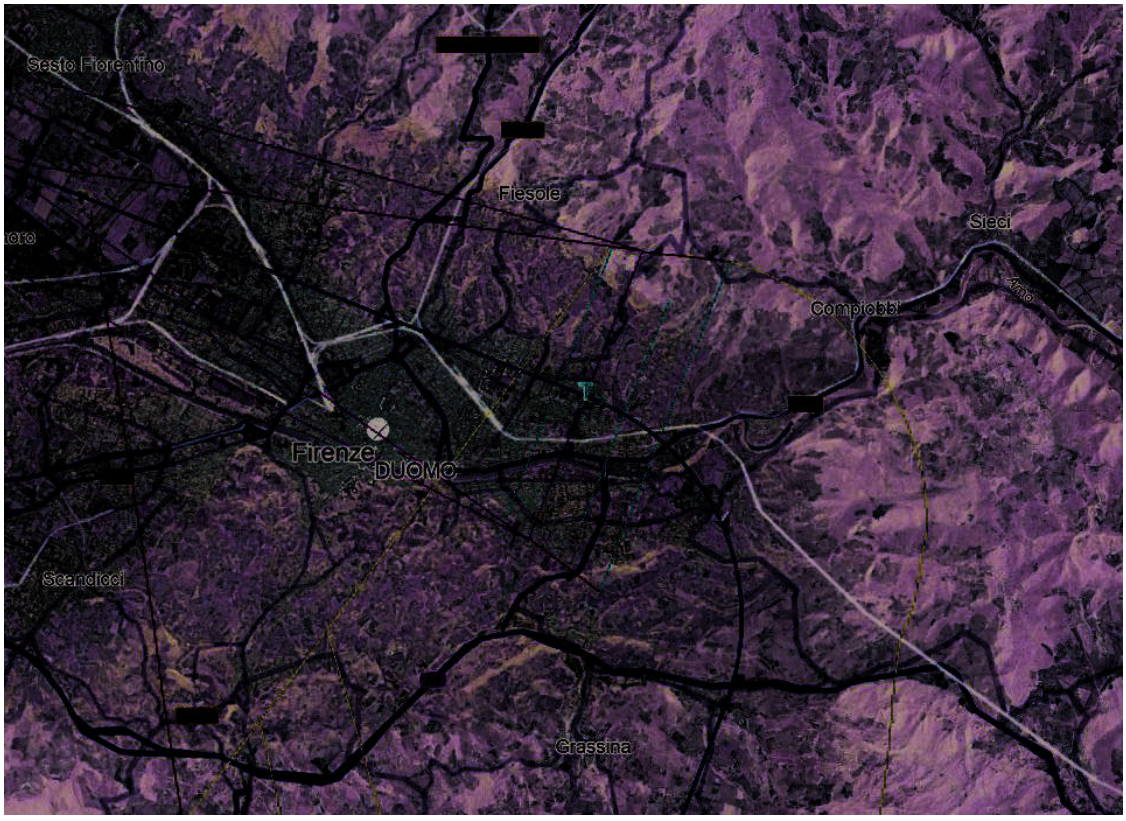


Figura 5 – Mancato Avvicinamento RWY11 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 2.5%) in Google earth

La fase "straight" del segmento di Mancato avvicinamento, nella quale gli aeromobili procedono lungo TR 113° fino al raggiungimento del punto di virata (2.5%), interessa inevitabilmente la città di Firenze.

La virata on fix, rispetto ad una virata ad altitudine, garantisce un percorso più certo in modo che la traiettoria di volo non interessi il centro storico di Firenze.

4.2.2 Ipotesi 1-b - Mancato avvicinamento RWY11 con virata on fix a 5.8NM FPT DME (gradiente di salita 3.0%)

È stato ipotizzato un mancato avvicinamento che prevede una virata a dx al raggiungimento del fix a 5.8NM FPT DME con un gradiente di mancato avvicinamento NON standard al 3.0% (182FT/NM).

L'incremento del gradiente di mancato avvicinamento permette una riduzione della OCA/H. Possibili ulteriori riduzioni di OCA con aumento del gradiente di mancato avvicinamento dovranno essere verificate.

La DA calcolata per aeromobili CAT D è pari a 460FT (DH: 336FT).

La distanza del punto di raggiungimento della DA, lungo il segmento finale ILS, dalla THR 11 è di 0.91NM.

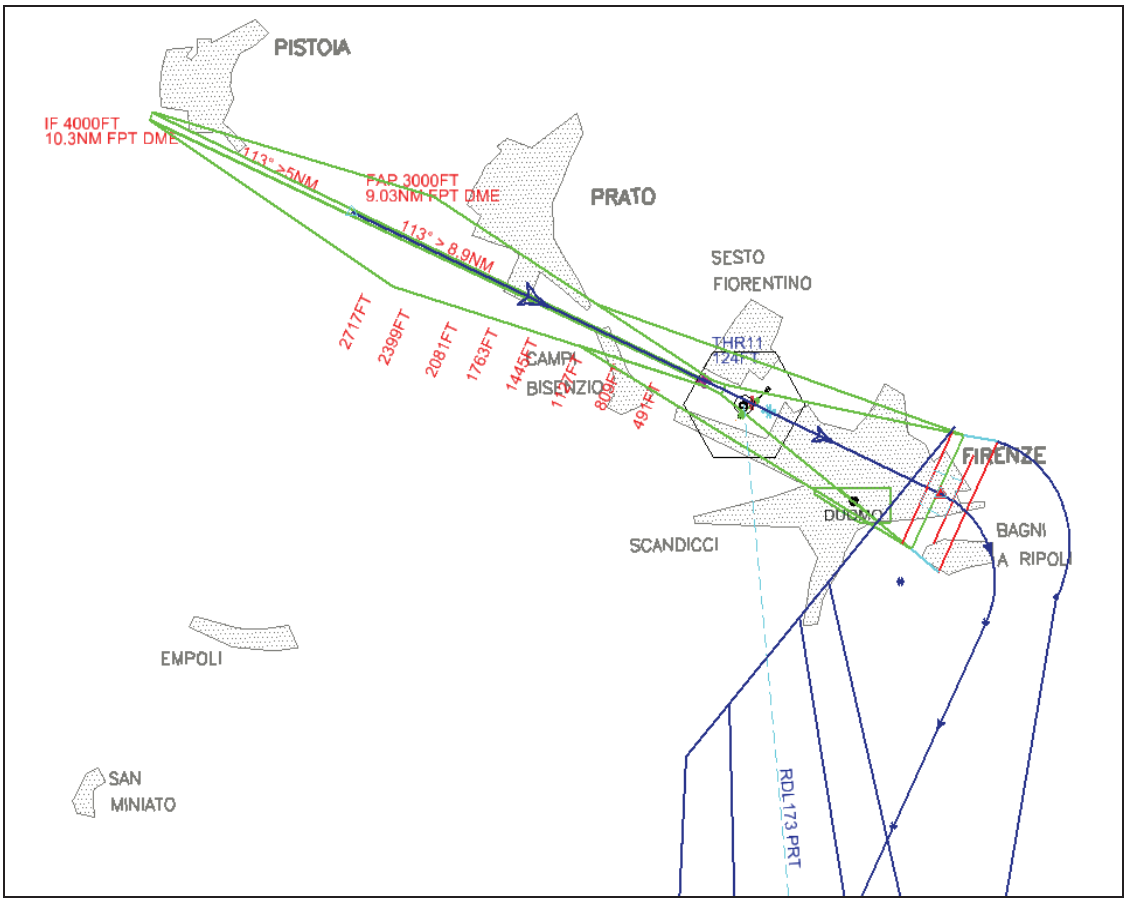


Figura 6– Mancato Avvicinamento RWY11 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 3.0%)

Descrizione Mancato avvicinamento:

Proceed on TR 113° climbing to 4000FT AMSL. At 5.8NM FPT DME turn right (IAS MAX 190KT) on TR 203° to intercept and follow RDL 173 PRT VOR inbound holding fix RDL 173/15NM PRT VOR/DME.

Missed Approach gradient: 3.0% (182FT/NM) – gradiente NON standard.

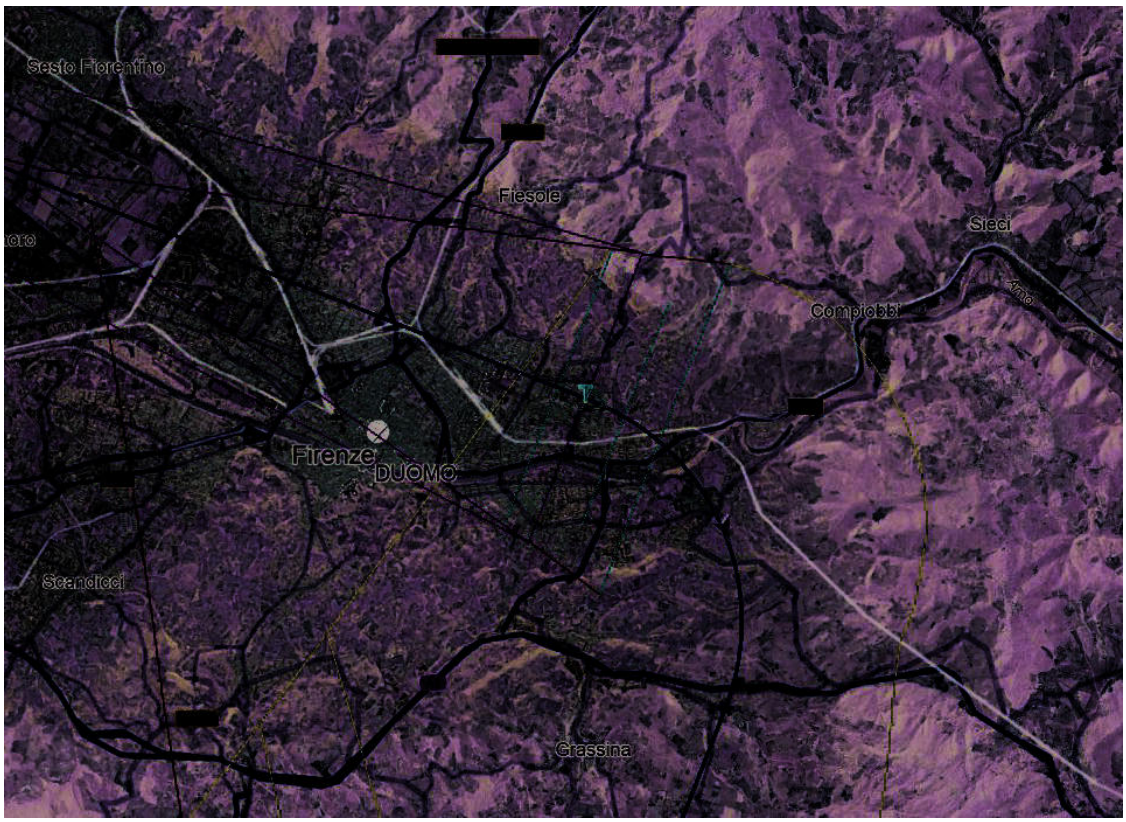


Figura 7 – Mancato Avvicinamento RWY12 virata on fix 5.8 NM FPT DME (gradiente di salita 3.0%) in Google earth

La fase "straight" del segmento di Mancato avvicinamento, nella quale gli aeromobili procedono lungo TR 113° fino al raggiungimento del punto di virata (3.0%), interessa inevitabilmente la città di Firenze.

La virata on fix garantisce rispetto ad una virata ad altitudine che la traiettoria di volo non interessi il centro storico di Firenze.

4.2.3 Ipotesi 2 - Mancato avvicinamento RWY11 di tipo ILS to RNAV con virata on WPT a 6.4NM dopo THR11 (gradiente di salita 2.5%)

È stato ipotizzato un mancato avvicinamento di tipo ILS to RNAV che prevede una virata a dx al raggiungimento di un WPT con un gradiente di mancato avvicinamento standard al 2.5% (152FT/NM).

La DA risulta essere particolarmente elevata a causa dei rilievi orografici a NE della città di Firenze: per aeromobili CAT D è pari a 1600FT (DH: 1476FT).

La distanza del punto di raggiungimento della DA, lungo il segmento finale ILS, dalla THR 11 è di 4.44NM.

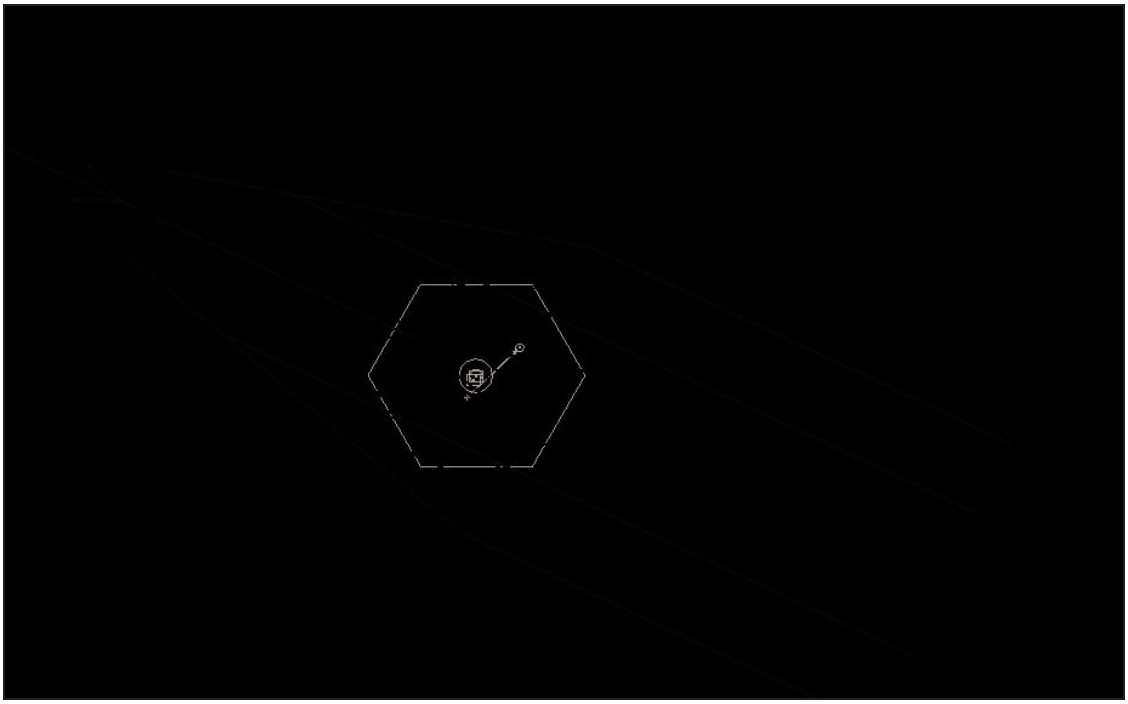


Figura 8 – Orografia penalizzante Mancato avvicinamento RWY11 virata on WPT (gradiente di salita 2.5%)

Descrizione Mancato avvicinamento:

Proceed on TR 113° climbing to 4000FT AMSL. At RQ111 turn right (IAS MAX 190KT) to RQ112 then turn right (IAS MAX 210KT) to RQ113, then turn right (IAS MAX 210KT) to RQ114 Missed approach Holding Point to be reached at 4000FT or above.

Missed Approach gradient: 2.5% (152FT/NM) - gradiente standard

La fase "straight" del segmento di Mancato avvicinamento, nella quale gli aeromobili procedono lungo TR 113° fino al raggiungimento del punto di virata (2.5%), interessa inevitabilmente la città di Firenze.

La virata on WPT, rispetto ad una virata ad altitudine, garantisce un percorso più certo in modo che la traiettoria di volo non interessi il centro storico di Firenze. Il mancato ILS to RNAV permette inoltre di svincolarsi dall'utilizzo del VORDME di Firenze, cosa auspicabile dato il previsto piano di dismissione dei VOR in Italia.

4.2.4 Ipotesi 2b - Mancato avvicinamento RWY11 di tipo ILS to RNAV con virata on WPT a 6.4NM dopo THR11 (gradiente di salita 5.0%)

È stato ipotizzato un mancato avvicinamento di tipo ILS to RNAV che prevede una virata a dx al raggiungimento di un WPT con un gradiente di mancato avvicinamento NON standard al 5.0% (304FT/NM).

La DA risulta essere la minima prevista dalla normativa per un ILS di Categoria I; per aeromobili CAT D è pari a 324FT (DH: 200FT).

La distanza dal punto di raggiungimento della DA, lungo il segmento finale ILS, alla THR 11 è di 0.47NM.

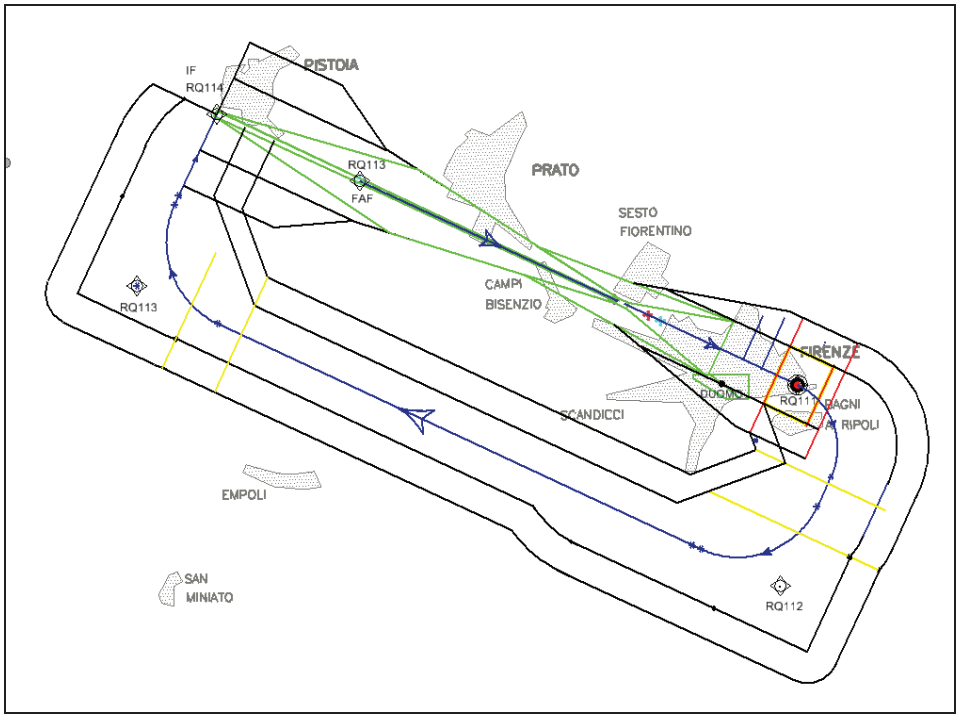


Figura 9 –Mancato avvicinamento RWY11 virata on WPT (gradiente di salita 5.0%)

Descrizione Mancato avvicinamento:

Proceed on TR 113° climbing to 4000FT AMSL. At RQ111 turn right (IAS MAX 190KT) to RQ112 then turn right (IAS MAX 210KT) to RQ113, then turn right (IAS MAX 210KT) to RQ114 Missed approach Holding Point to be reached at 4000FT or above.

Missed Approach gradient: 5.0% (304FT/NM) – gradiente NON standard

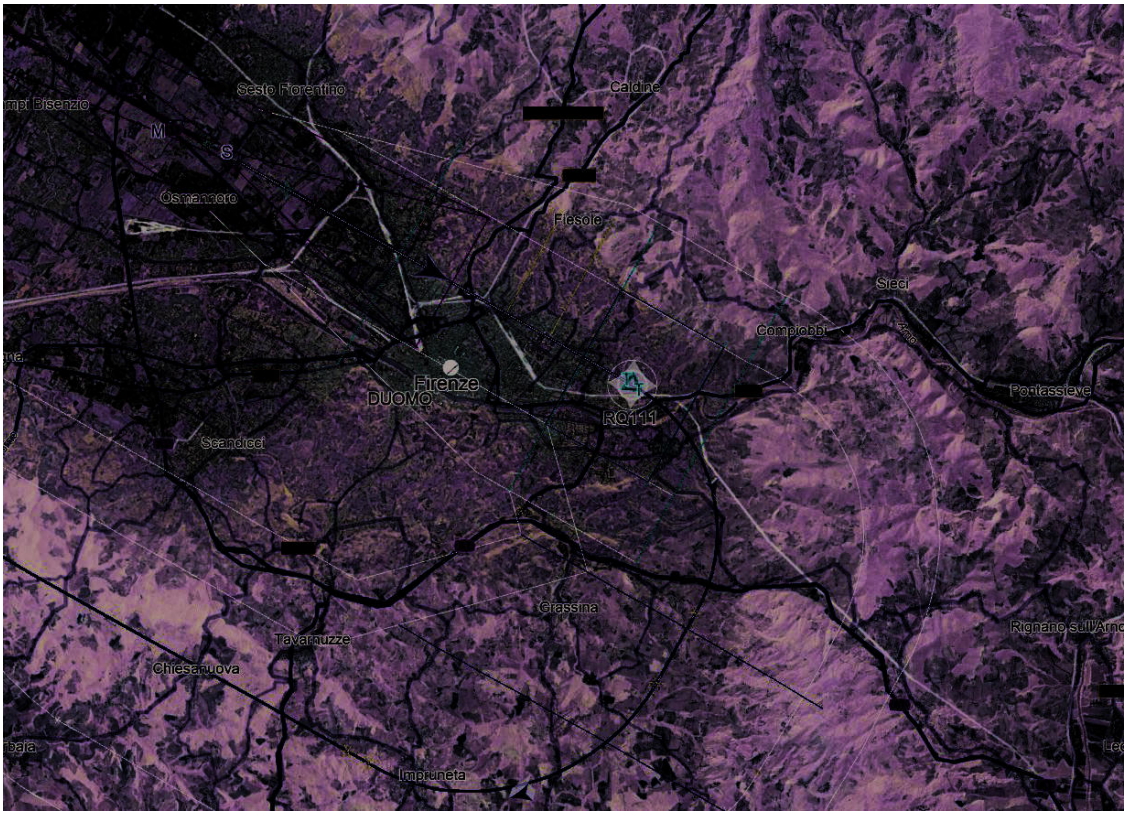


Figura 10 – Mancato avvicinamento RWY12 virata on WPT (gradiente di salita 5.0%) in Google earth

La fase "straight" del segmento di Mancato avvicinamento, nella quale gli aeromobili procedono lungo TR 113° fino al raggiungimento del punto di virata (5.0%), interessa inevitabilmente la città di Firenze.

La virata on WPT, rispetto ad una virata ad altitudine, garantisce un percorso più certo in modo che la traiettoria di volo non interessi il centro storico di Firenze. Il mancato ILS to RNAV permette inoltre di svincolarsi dall'utilizzo del VORDME di Firenze cosa auspicabile dato il previsto piano di dismissione dei VOR in Italia.

4.2.5 Ipotesi 3 - Mancato avvicinamento RWY11 di tipo ILS to RNAV con virata on WPT a 1.7NM dopo THR11 (gradiente di salita 2.5%)

È stato ipotizzato un mancato avvicinamento di tipo ILS to RNAV che prevede una virata a dx al raggiungimento di un WPT con un gradiente di mancato avvicinamento standard al 2.5% (152FT/NM).

La DA per aeromobili CAT D pari a 750FT (DH: 626FT) è necessaria per superare gli ostacoli orografici nella fase finale del mancato avvicinamento dopo la prima virata.

La distanza dal punto di raggiungimento della DA, lungo il segmento finale ILS, alla THR 11 è di 1.81NM.

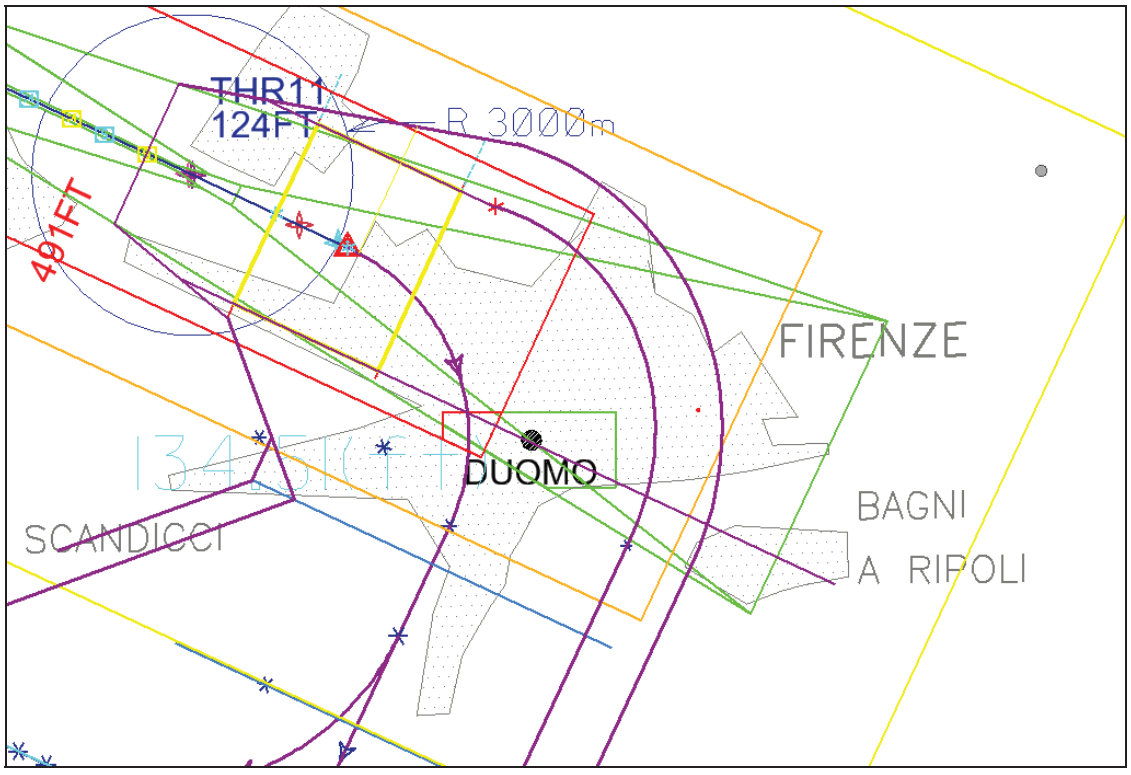


Figura 11 –Mancato avvicinamento RWY11 virata on WPT (gradiente di salita 2.5%)

Descrizione Mancato avvicinamento:

Proceed on TR 113° climbing to 4000FT AMSL. At RQ121 turn right (IAS MAX 190KT) to RQ112 then turn right (IAS MAX 210KT) to RQ113, then turn right (IAS MAX 210KT) to RQ114 Missed approach Holding Point to be reached at 4000FT or above.

Missed Approach gradient: 2.5% (152FT/NM) - gradiente standard

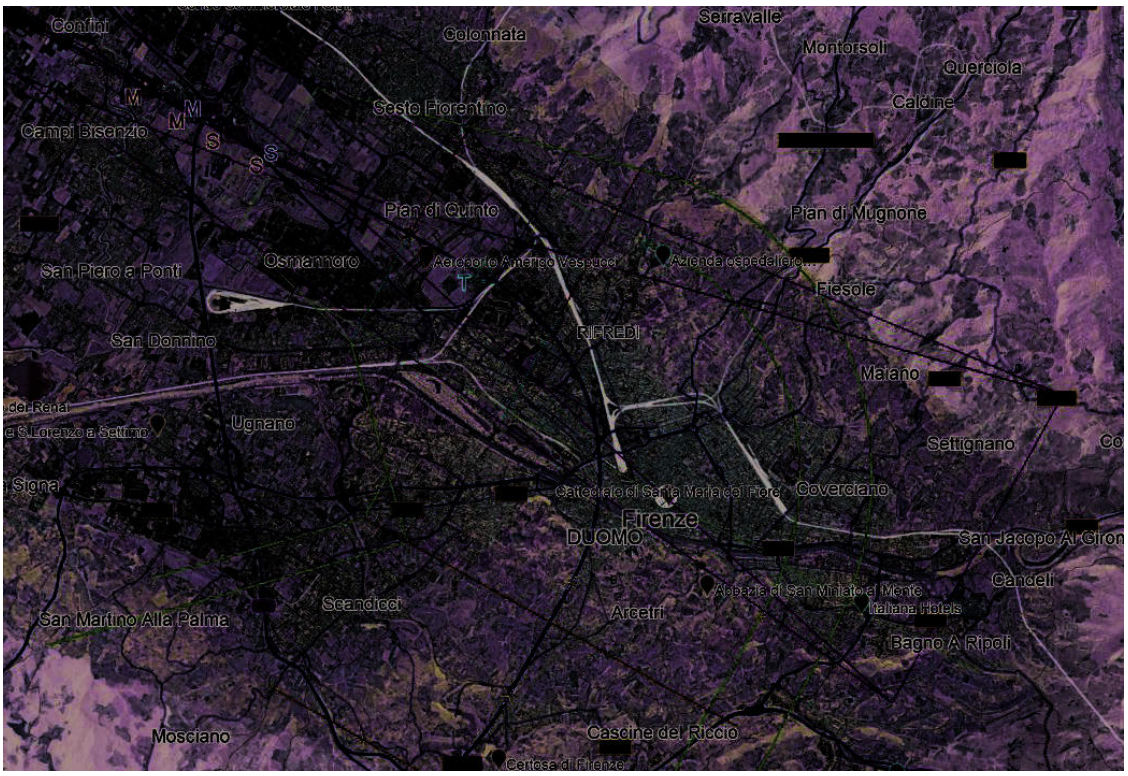


Figura 12 – Mancato avvicinamento RWY12 virata on WPT (gradiente di salita 2.5%) in Google earth

La fase "straight" del segmento di Mancato avvicinamento, nella quale gli aeromobili procedono lungo TR 113° fino al raggiungimento del punto di virata (2.5%), interessa inevitabilmente la città di Firenze.

La necessità di virare in anticipo per evitare gli ostacoli orografici/artificiali che hanno determinato nell'ipotesi 1, con gradiente di mancato del 2.5%, una minima OCA di 1600FT, comporta che la virata sul primo WPT sorvoli il centro storico di Firenze.

4.3 VSS e PAPI RWY11

Una prima valutazione delle VSS associate alle procedure ILS ipotizzate nel paragrafo precedente e del PAPI "armonizzato all'ILS" ha evidenziato un'interagenza tra l'area di protezione (OPS) del PAPI ed alcuni ostacoli artificiali con conseguente foratura della suddetta superficie:

- di 5 mt a 94 mt dalla THR, e
- di 13 mt a 566 mt dalla THR.

Una valutazione consolidata di dettaglio delle VSS e del PAPI potrà essere finalizzata nel momento in cui sarà disponibile il set completo e definitivo degli ostacoli artificiali con particolare attenzione a quelli posizionati lungo il sentiero di avvicinamento.

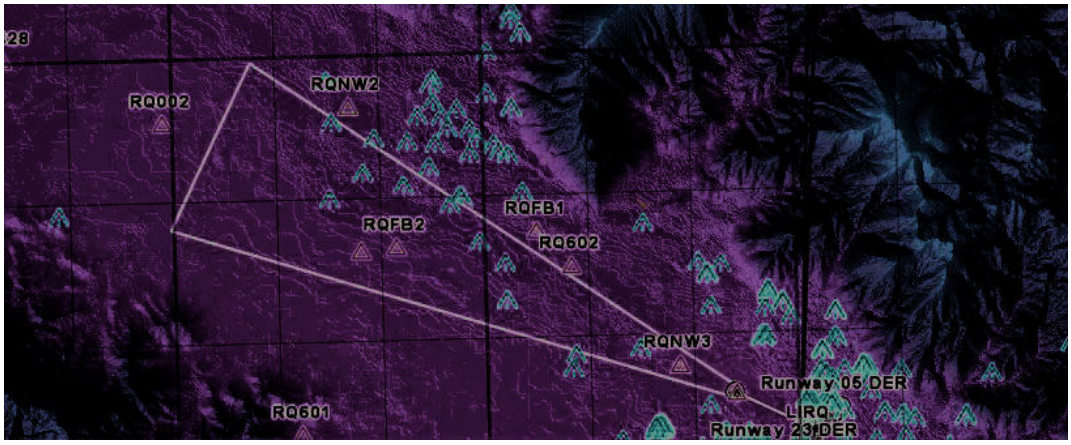


Figura 13: PAPI ILS RWY11

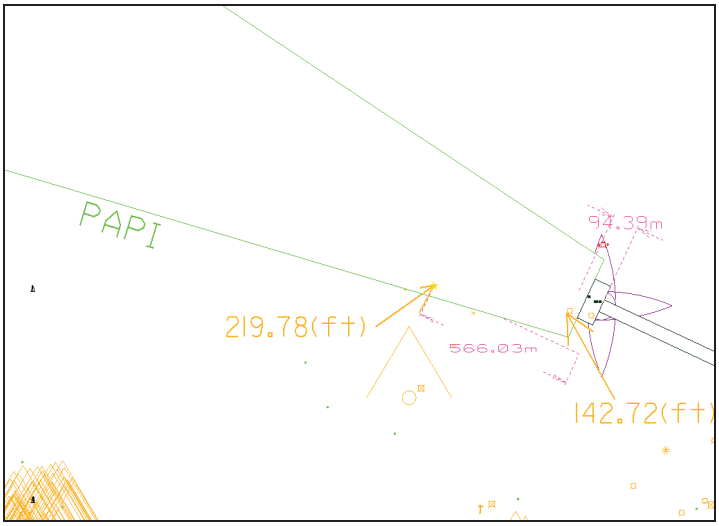


Figura 14: OPS – dettaglio foratura ostacoliProcedura Strumentale di Partenza RWY29

Su richiesta di Toscana Aeroporti viene ipotizzata una Procedura di Partenza che abbia una traiettoria di volo che ricalchi il più possibile quella prospettata dalla stessa Società di Gestione (linea rossa nelle figure a seguire).

4.3.1 Procedura Partenza RWY 29 con virata ad altitudine 518 FT ed un gradiente di salita pari all'8%

È stata ipotizzata una procedura di salita iniziale (Initial Climb) con allineamento di uscita lungo la rotta 293° che prevede una virata a dx al raggiungimento di 518 FT di altitudine (394 FT su DER) con un gradiente di salita (PDG – Procedure Design Gradient) del 8% (486FT/NM).

La distanza dalla DER 29 al punto di virata (518FT AMSL) è di 0.78NM.

La distanza da PRT DME al punto di virata (2000FT AMSL) è di 1.86NM.

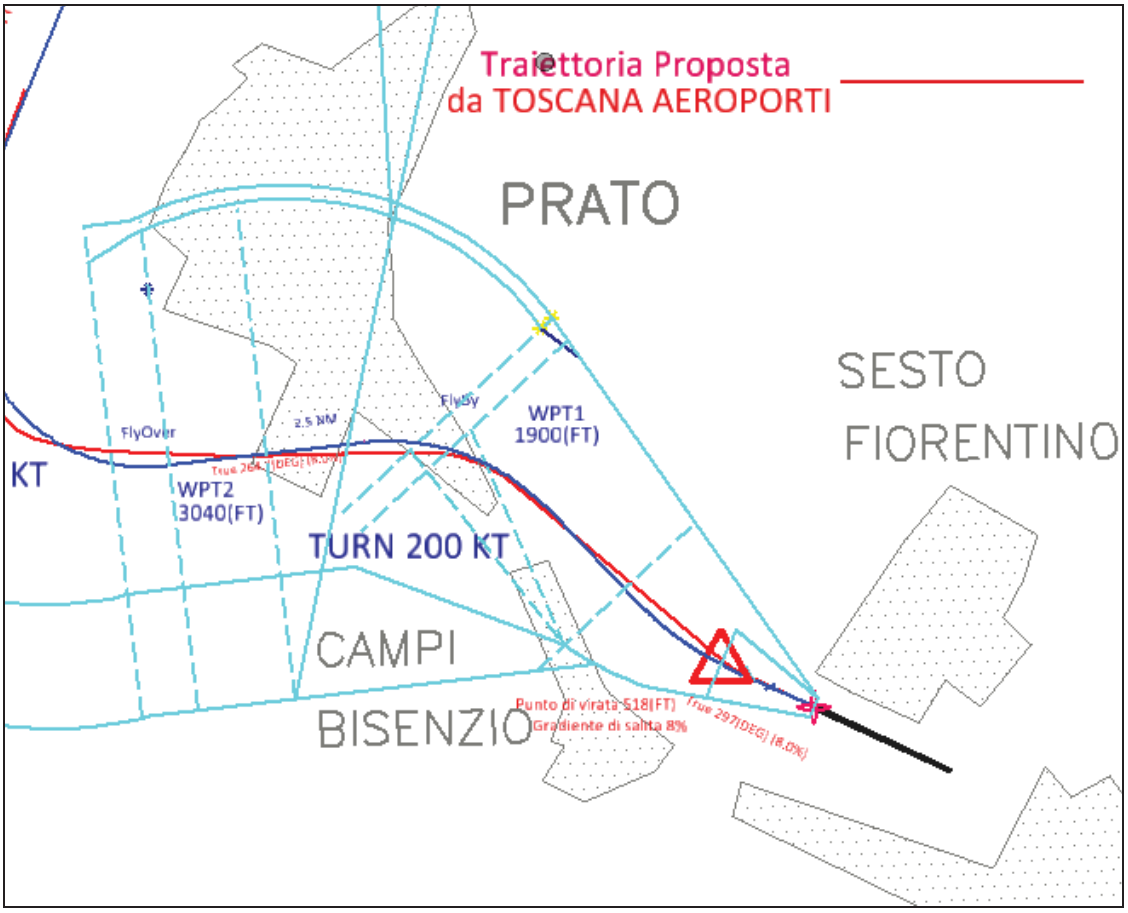


Figura 15 – Procedura di Partenza RWY 29 prima virata a 518FT AMSL (gradiente di salita 8%)

Path Terminator	Waypoint Identifier	Fly Over	Course °M (°T)	Magnetic Variation	Distance (NM)	Turn Direction	Altitude (ft)	Speed Limit (kt)	Navigation Specification
CA	-	-	293 (296.5)	-	-	-	+518	-	RNAV1/RNP1
DF	WPT1	-	-	-	-	-	+1900	-200	RNAV1/RNP1
TF	WPT2	Y	262 (264.7)	-	2.5	-	+3040	-200	RNAV1/RNP1
CF	WPT3	-	021 (023.8)	-	-	R	+6500	-200	RNAV1/RNP1
TF	LOMED	-	314 (317.1)	-	4.6	-	-	-210	RNAV1/RNP1

Tabella 2 – Codifica SID RNAV1/RNP1 to LOMED

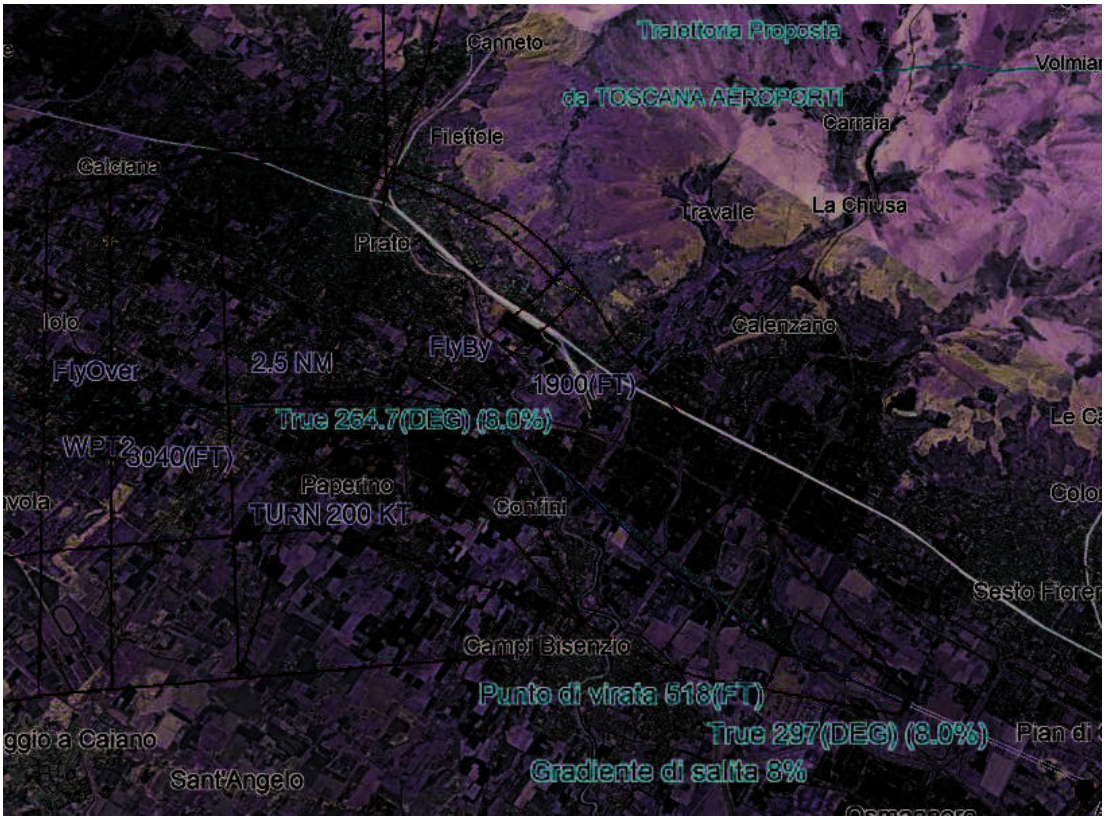


Figura 16 – Procedura di Partenza RWY 29 prima virata a 518FT AMSL (gradiente di salita 8%) in Google earth

La salita iniziale, immediatamente dopo il decollo, si sviluppa tra Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio.

Il punto di virata, posto al raggiungimento di 518FT di altitudine, ricade nominalmente in prossimità dello svincolo autostradale di Firenze Nord.

Il tratto immediatamente successivo raggiunge il punto seguente di virata, posto in corrispondenza della periferia Sud della Città di Prato, ad una quota di 1900 FT.

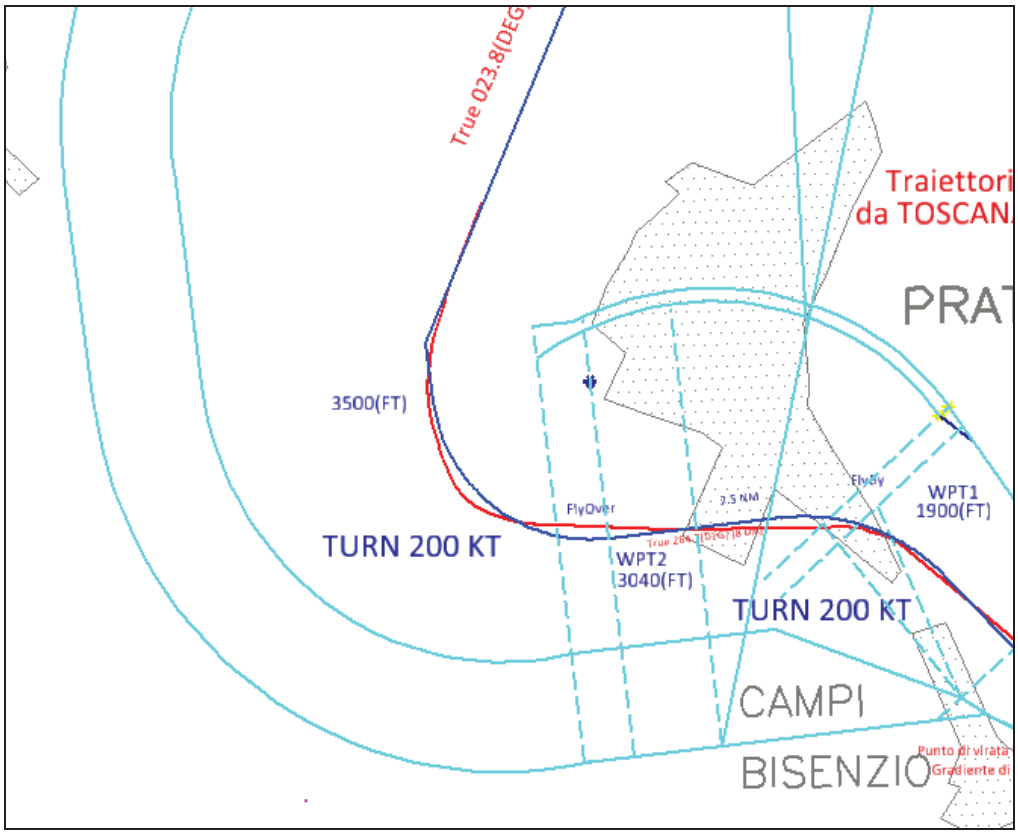


Figura 17 – Procedura di Partenza RWY 29 seconda virata a 1900FT AMSL Fly-By e terza virata a 3040FT AMSL Fly-Over (gradiente di salita 8%)

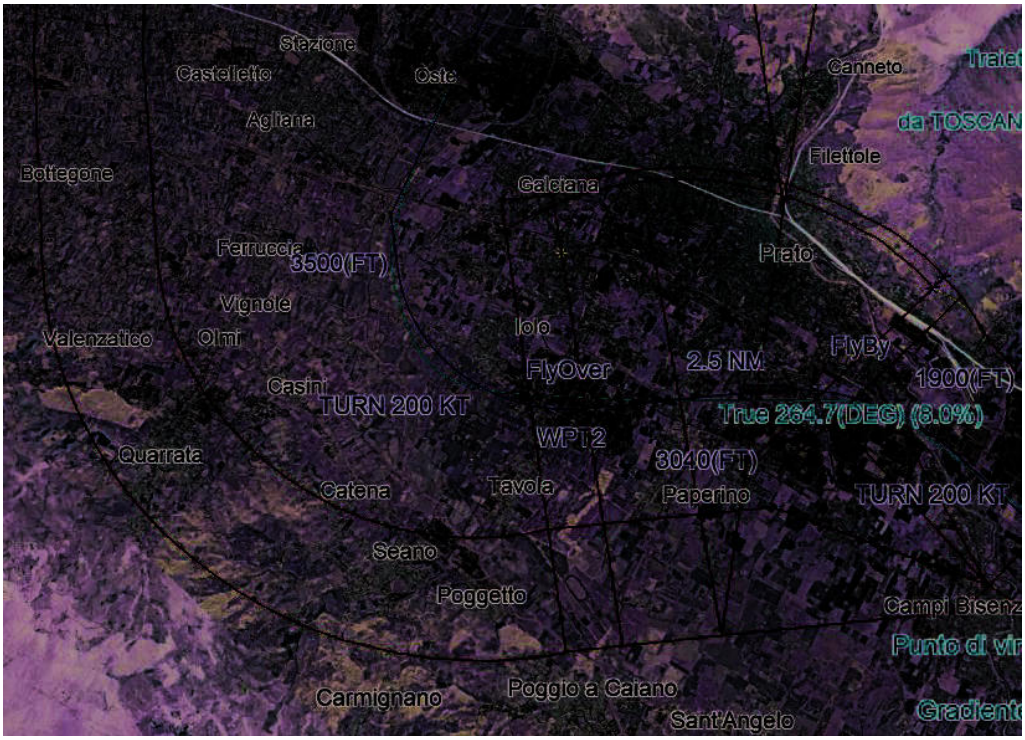


Figura 18 – Procedura di Partenza RWY 29 seconda virata a 1900FT AMSL Fly-By e terza virata a 3040FT AMSL Fly-Over (gradiente di salita 8%) – Su Google Earth.

Sul WPT1 (FLY BY), alla quota di 1900FT, viene effettuata una virata a sx sorvolando la periferia Sud di Prato per portarsi sul WPT2 posto ad ovest di Prato ad una quota di poco superiore ai 3000 FT.

Sul WPT2 (FLY OVER) è prevista una virata CF a dx per portarsi sul WPT3 ad una quota di 6500 FT. La SID in questione si chiude con l'ultimo segmento che unisce il WPT3 al punto LOMED.

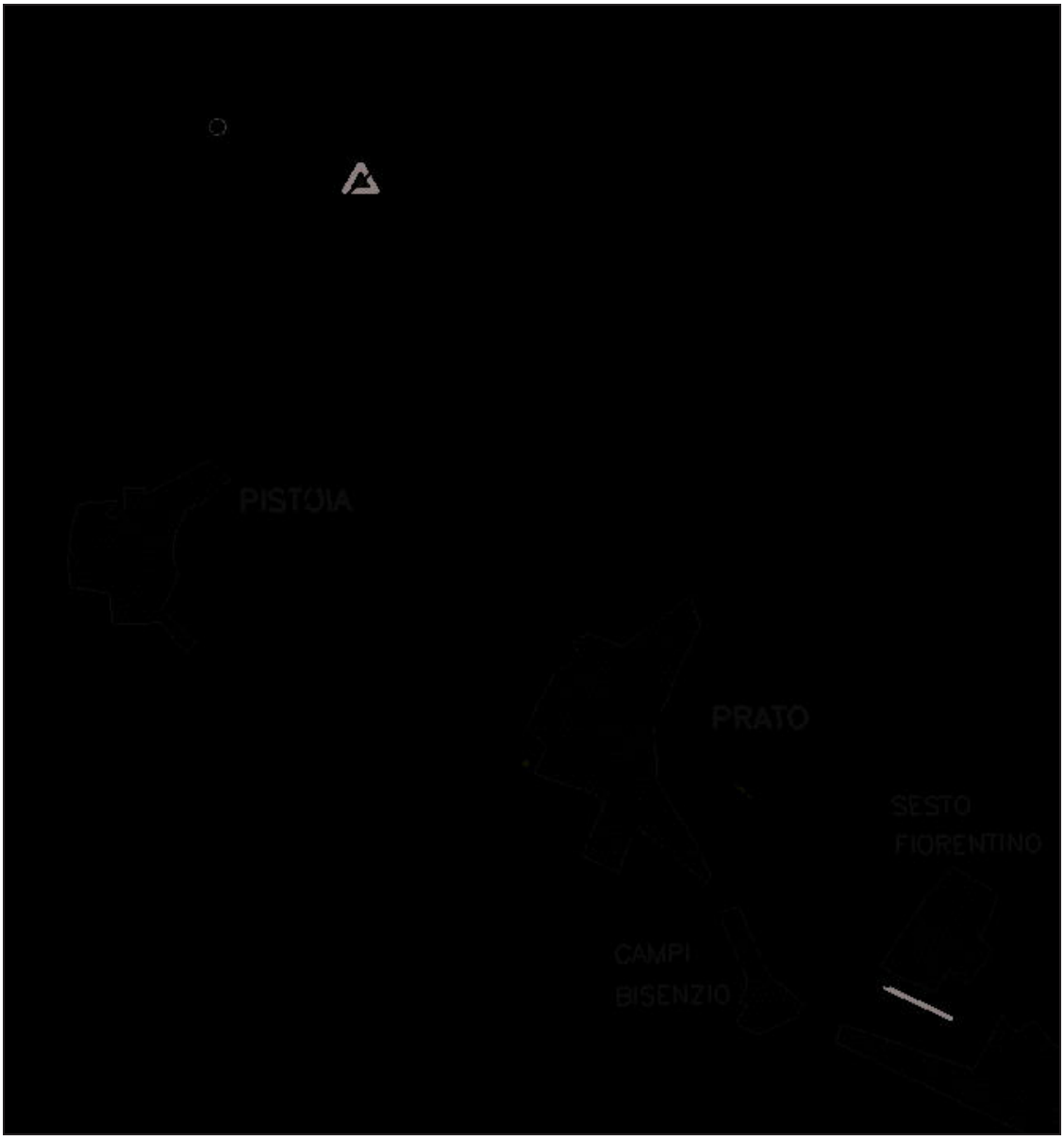


Figura 19 – Procedura di Partenza RWY 29, dal decollo a LOMED

La Procedura di partenza, così come descritta, interessa la zona periferica della città di Prato a quote comprese tra 1900FT e 3000FT AMSL.

Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM



Figura 20 – Procedura di Partenza RWY 29, dal decollo a LOMED su Google Earth earth 3D

5 CONCLUSIONI

Lo scopo del presente documento non è quello di finalizzare in dettaglio le procedure strumentali di volo per l'aeroporto di Firenze, ma di valutare la fattibilità, nella nuova configurazione, di una procedura strumentale di avvicinamento ILS da Ovest e di una partenza strumentale verso Ovest. Qualora si dovesse decidere di procedere con questa configurazione di pista (11-29) si dovranno valutare anche altre soluzioni progettuali con particolare riferimento alla fase di avvicinamento strumentale.

L'analisi effettuata non ha tenuto conto delle necessarie modifiche degli Spazi Aerei per il contenimento delle procedure strumentali di volo da/per l'Aeroporto di Firenze che dovranno essere oggetto di approfondita analisi così come le associate minime di vettoramento radar.

In funzione delle premesse fatte, sono state pertanto elaborate le seguenti procedure strumentali di volo sotto forma di ipotesi:

- 1 Avvicinamento Finale di precisione ILS RWY 11;
- 3 Mancati Avvicinamenti ILS RWY 11:
  - Ipotesi 1: Mancato avvicinamento ILS RWY 11 di tipo convenzionale con gradienti di mancato del 2.5% e del 3% con virata on fix a 5.8NM FPT DME;
  - Ipotesi 2: Mancato avvicinamento ILS RWY 11 di tipo ILS to RNAV con gradienti di mancato del 2.5% e del 5% e virata on WPT a 6.4NM dopo la THR11;
  - Ipotesi 3: mancato avvicinamento ILS RWY 11 di tipo ILS to RNAV con gradienti di mancato del 2.5% e virata on WPT a 1.7NM dopo la THR11;
- 1 Procedura di salita iniziale RWY 29 come da richiesta di Toscana Aeroporti:
  - Procedura di Partenza RWY 29 con prima virata ad altitudine 518FT AMSL e successive virate rispettivamente a 1900FT AMSL, 3040FT AMSL e 6500FT AMSL prima di raggiungere il LOMED. La traiettoria che si sviluppa dal

decollo alla terza virata è stata progettata in modo che ricalcasse il più possibile quella proposta da Toscana Aeroporti.

Il gradiente di salita ipotizzato è pari all'8% (486FT/NM) lungo tutta la Procedura.

La rotta di avvicinamento finale ILS ipotizzata per pista 11 sorvola la zona sud della città di Prato ad una quota compresa tra 2400FT e 1400FT.

Le procedure di mancato avvicinamento ipotizzate per pista 11 forniscono diverse soluzioni in termini di sviluppo delle traiettorie nominali e di gradienti di salita. Nello specifico, le procedure di mancato avvicinamento previste all'interno delle Ipotesi 1 e 2 consentono di evitare il sorvolo del centro storico di Firenze a differenti quote utilizzando diversi gradienti di salita (2.5% / 3% e 2.5% / 5%).

Si riscontrano tuttavia delle potenziali criticità lungo il sentiero di avvicinamento finale, relative alla foratura delle superfici OPS a protezione del PAPI.

La fase iniziale della procedura di Partenza ipotizzata per pista 29 si sviluppa al di fuori del centro storico di Prato e sorvola nominalmente la periferia Sud della stessa Città. La virata successiva viene effettuata ad ovest e garantisce altitudini di sorvolo importanti visto che viene utilizzato un gradiente di salita pari all'8%. Il gradiente applicato permette inoltre di sorvolare con la dovuta separazione verticale un picco orografico situato in corrispondenza dell'ultima virata prima del Punto LOMED.

La progettazione delle procedure strumentali di volo è subordinata all'esito positivo della Flight Validation. Inoltre, l'eventuale utilizzo delle procedure strumentali di volo sviluppate per aeromobili di categoria D, dovrà in ogni caso tenere conto oltre che del layout di pista (distanze disponibili) anche, in relazione alla procedura di partenza ipotizzata, del parere degli operatori che potrebbero doverla utilizzare. Analoghe considerazioni potrebbero valere per aeromobili in categoria C in funzione dei valori di MALTOW e delle prestazioni delle macchine chiamate a effettuare tale tipo di SID (traiettoria e gradiente di salita).



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Intenzionalmente Bianca

