



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 – Verifica di Compatibilità Elettromagnetica

Livello di Progetto

PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE - MASTERPLAN

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PSA	01	MARZO 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-GEN1-012-AE-RT_Verif Comp Elettrom ENAV
				TITOLO RIDOTTO
				Verif Comp Elettrom ENAV

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
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

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	RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631	
POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'ippolito		
POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini		



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

AEROPORTO DI FIRENZE (LIRQ)
Studio Aeronautico Masterplan 2035
Studio di fattibilità RWY 11/29

All. 4 Deliverable 3

Valutazioni di compatibilità elettromagnetica



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 di ENAV S.p.A.
Aeronautical Design, Simulations and AIM
Angelo Ianniello
Version 1.0 – 18/07/2023



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	5
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO.....	5
1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
1.3 LISTA ACRONIMI.....	6
2. NUOVO SCENARIO AEROPORTUALE RWY 11/29	7
2.1 INTRODUZIONE	7
2.2 IPOTESI DI LAVORO	8
2.2.1 Sistema ILS RWY 11.....	12
2.2.2 Scenario orografico	16
2.2.3 Modello elettromagnetico degli ostacoli.....	16
2.3 ANALISI DI VISIBILITÀ OTTICA E COPERTURA RADIOELETTRICA	18
2.3.1 Visibilità ottica.....	18
2.3.2 Copertura radioelettrica	23
2.4 ANALISI DI PRECISIONE	29
3. CONCLUSIONI.....	33

Indice delle figure

Figura 1 – Nuovo sedime aeroportuale.....	7
Figura 2 - Nuova pista 11/29 e attuale 05/23.....	8
Figura 3 – Nuova pista 11/29 e attuale 05/23 lato THR 29	9
Figura 4 - Nuova pista e nuovo layout RWY 11/29 lato THR 29- Aeroporto di Firenze	10
Figura 5 - Posizione pista di volo 11/29 e principali infrastrutture a servizio air-side e land-side	11
Figura 6 – Indicazione grafica posizione LOC RWY 11	13
Figura 7 – Indicazione grafica posizione GP RWY 11	13
Figura 8 – Ipotesi posizione LOC RWY 11	14
Figura 9 – Ipotesi posizione GP RWY 11 e DME.....	15
Figura 10 – Modello elettromagnetico orografia e attuali edifici zona apron 200-300	16
Figura 11 – Nuovi edifici in rosso	17
Figura 12 – Visibilità ottica LOC RWY 11 a 4000ft amsl	19
Figura 13 – Visibilità ottica LOC RWY 11 a 5000ft amsl	20
Figura 14 – Visibilità ottica GP RWY 11 a 350 ft amsl.....	21
Figura 15 – Visibilità ottica DME a 5000ft amsl	22
Figura 16 – Visibilità ottica DME a 5500ft amsl	23
Figura 17 – Copertura radioelettrica LOC RWY 11 a 5000ft amsl.....	24
Figura 18 – Copertura radioelettrica LOC RWY 11 a 6000ft amsl.....	25



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Figura 19 – Copertura radioelettrica GP RWY 11 a 1500ft amsl.....	26
Figura 20 – Copertura radioelettrica DME a 5000ft amsl	27
Figura 21 – Copertura radioelettrica DME a 5250ft amsl	28
Figura 22 – LOC RWY 11 Approach - DDM confronto con limiti ICAO CAT III (ILS3+ILS2).....	29
Figura 23 – LOC RWY 11 DDM (ILS1) su arco di orbita 6 NM/2000 ft.....	30
Figura 24 – GP RWY 11 Approach - DDM confronto con limiti ICAO CAT III (ILS3+ILS2).....	31
Figura 25 – GP RWY 11 DDM (ILS2) a quota costante di 2000 ft	31
Figura 26 – segnale DME su orbita di 6 NM a 2000 ft	32



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

1. Introduzione

1.1 Scopo del documento

Il presente documento ha lo scopo di descrivere le valutazioni di compatibilità elettromagnetica svolte in questa fase di studio sulla base delle informazioni al momento a disposizione e mostrare i principali risultati ottenuti relativamente all'ipotesi della nuova pista 11/29 dell'Aeroporto "Amerigo Vespucci" di Firenze, come indicato nella project review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035.

1.2 Documenti di riferimento

1. ICAO Annex 4, Aeronautical Charts
2. ICAO Annex 10, Aeronautical Telecommunications, Vol.1 Radio Navigation Aids
3. ICAO Annex 14 Vol. I, Aerodrome Design and Operations
4. ICAO Annex 15, Aeronautical Information Services
5. ICAO DOC 8071, Manual on Testing of Radio Navigation Aids
6. ICAO DOC 8168 PANS-OPS – Aircraft Operations – Vol.II Construction of Visual and Instrument Flight Procedures
7. ICAO Doc 9365, Manual of All-Weather Operations
8. EASA CS-ADR-DSN Aerodrome Design
9. ENAC "Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti"
10. AIP Italia



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

1.3 Lista Acronimi

AD	Aerodromo
AIP	Aeronautical Information Publication
AMSL	Above Mean Sea Level
ARP	Aerodrome Reference Point
ASDA	Accelerate-stop distance available
CAD	Computer Aided Design
DDM	Difference in Depth of Modulation
DME	Distance Measuring Equipment
DER	Departure End of Runway
GP	Glide Path
ILS	Instrument Landing System
LDA	Landing distance available
LOC	Localizer
RCL	Runway Center Line
RWY	Runway
THR	Threshold
UTM	Universal Transverse Mercator (coordinate system)
VOR	VHF Omnidirectional Range
WGS84	World geodetic system 1984



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

2. NUOVO SCENARIO AEROPORTUALE RWY 11/29

2.1 Introduzione

Il Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035 dell'aeroporto "Amerigo Vespucci" di Firenze riguarderà la realizzazione della nuova pista 11/29, delle infrastrutture a servizio e delle opere connesse, sia in ambito air-side che land-side.

L'area che costituisce il contesto di inserimento dell'attuale struttura aeroportuale e del nuovo sedime aeroportuale è delimitata ad ovest dall'Autostrada del Sole con lo svincolo di Firenze nord (nodo di interscambio principale dei flussi di traffico del nord e della costa), dagli insediamenti di Firenze ad est e Sesto Fiorentino a nord, nonché dal percorso del fiume Arno a sud.

Il nuovo aeroporto, oltre ad occupare l'attuale area delimitata con linea rossa nella seguente figura, si estenderà anche in corrispondenza della zona rappresentata in giallo, comportando quindi l'acquisizione di un'estesa porzione di territorio ad oggi adibita ad altri scopi con conseguenti opportune e adeguate azioni di inserimento territoriale.

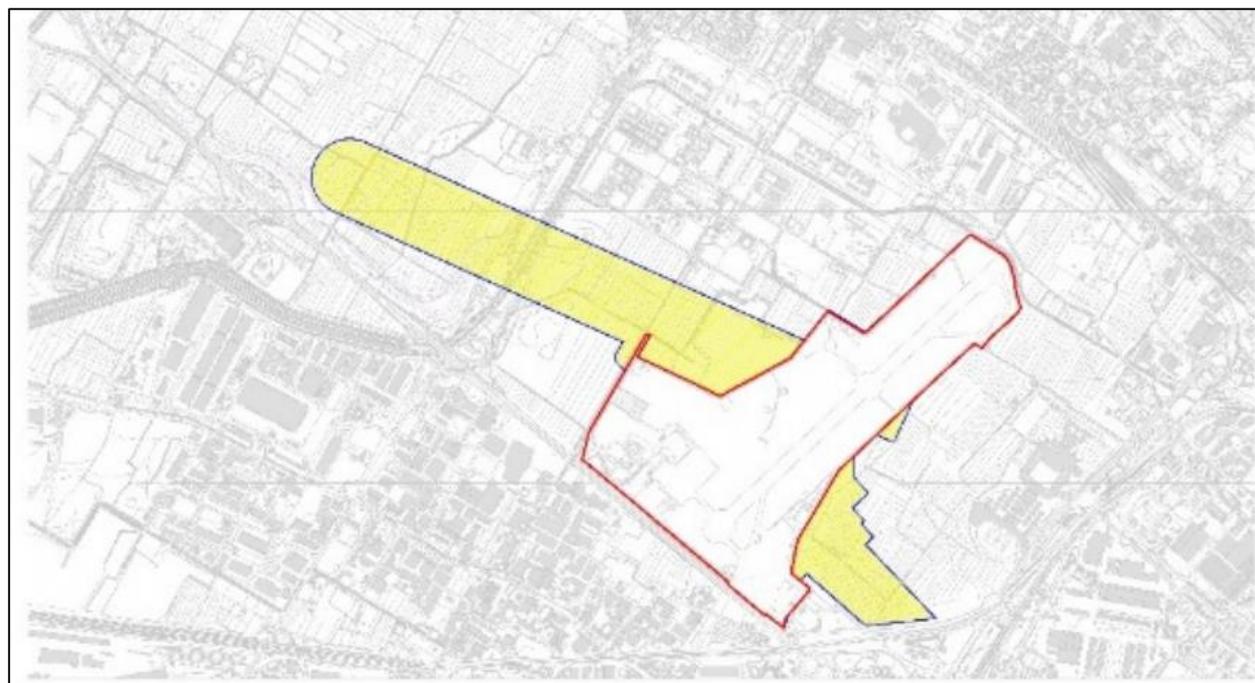


Figura 1 – Nuovo sedime aeroportuale



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

2.2 Ipotesi di lavoro

Per gli aspetti trattati nel presente documento e oggetto di valutazione in questa fase di studio, si richiamano di seguito alcuni elementi ritenuti di particolare importanza per la definizione dello scenario aeroportuale di analisi.

La nuova pista, con orientamento 11/29, sarà pressoché ortogonale all'attuale pista 05/23 con la quale interferirà negli ultimi 200 m circa e avrà le seguenti caratteristiche:

- lunghezza di 2200 m;
- utilizzo monodirezionale, con avvicinamenti per RWY 11 e decolli da RWY 29;
- coordinate e elevazione delle nuove THR:
 - THR 11: LAT. 43° 49' 09.03" N – LONG. 11° 10' 47.86" E, elev. 37.71 m
 - THR 29: LAT. 43° 48' 37.23" N – LONG. 11° 12' 15.96" E, elev. 39.61 m

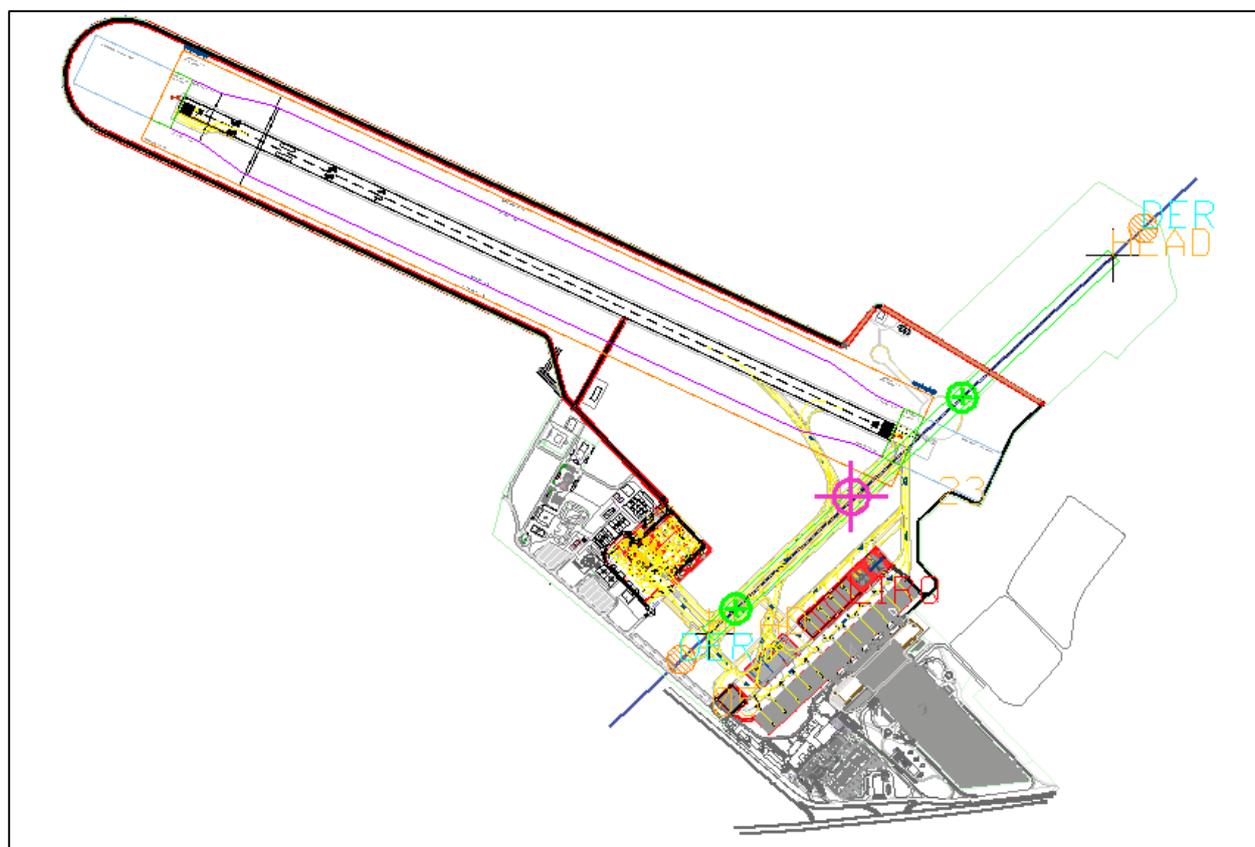


Figura 2 - Nuova pista 11/29 e attuale 05/23



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Come si nota dall'immagine seguente, il fine pista RWY 11 e la THR 29 sono prolungati fino all'intersezione con l'attuale pista 05/23. La parte asfaltata rimanente della pista 05/23 sarà utilizzata come taxiway per l'ingresso in pista e decolli RWY 29.

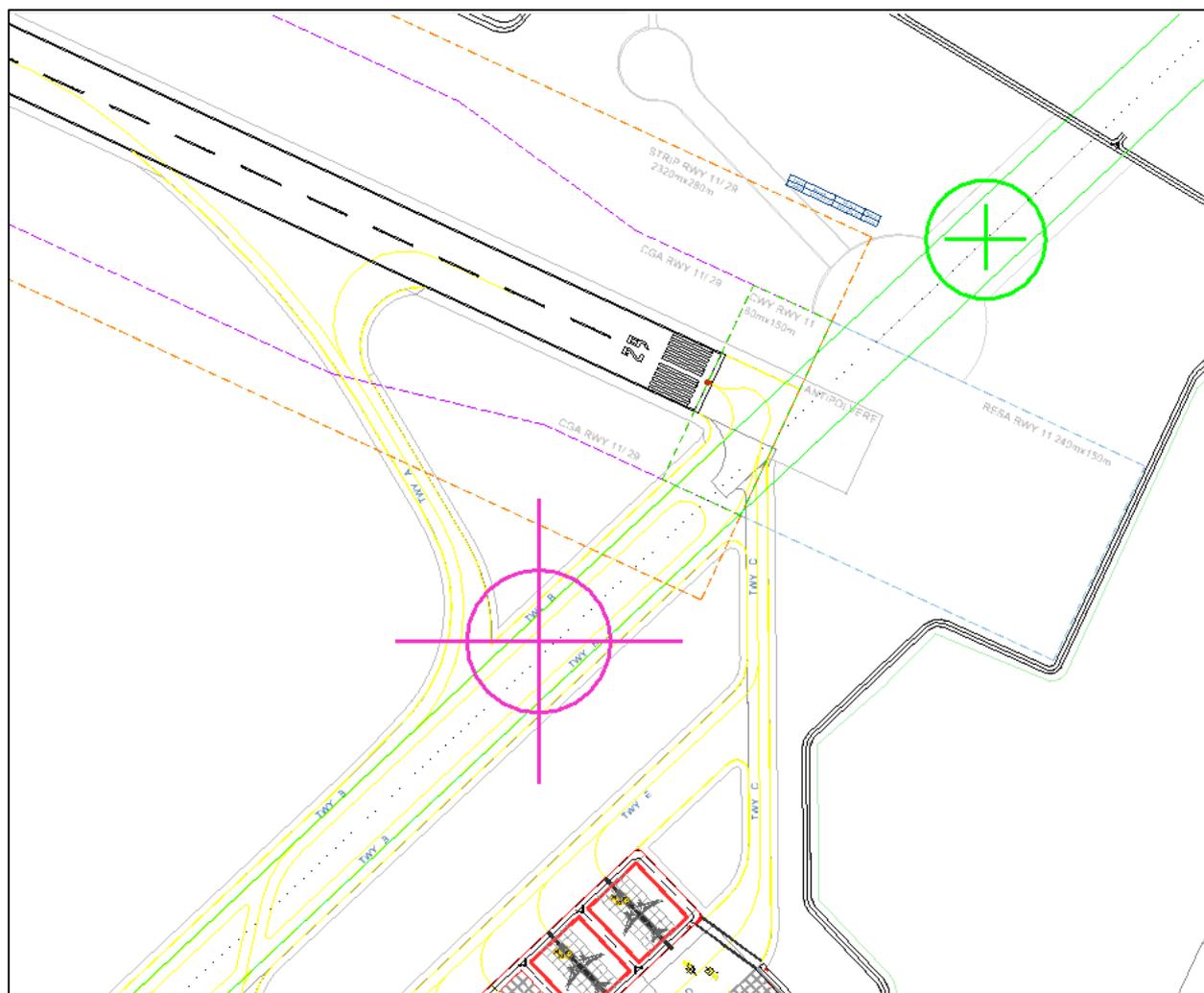


Figura 3 – Nuova pista 11/29 e attuale 05/23 lato THR 29

In considerazione di quanto sopra e del progetto nella sua completa attuazione prevista entro l'anno 2035, è altresì importante evidenziare che le fasi di realizzazione della nuova pista, non oggetto del presente studio, dovranno essere studiate tenendo conto dell'operatività dell'attuale pista 05/23.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

In particolare, gli aspetti strettamente legati alla compatibilità elettromagnetica da tenere in considerazione per la progettazione delle diverse fasi lavorative per la realizzazione della pista e delle principali infrastrutture connesse sono le seguenti (vedi Figura 4):

- ipotesi d'installazione del LOC RWY 11 in prossimità dell'attuale pista 05/23;
- ampliamento dell'apron est con annesse vie di rullaggio in prossimità dell'area critica del GP RWY 05;
- realizzazione delle taxiway nelle immediate vicinanze dell'attuale VOR/DME PRT.

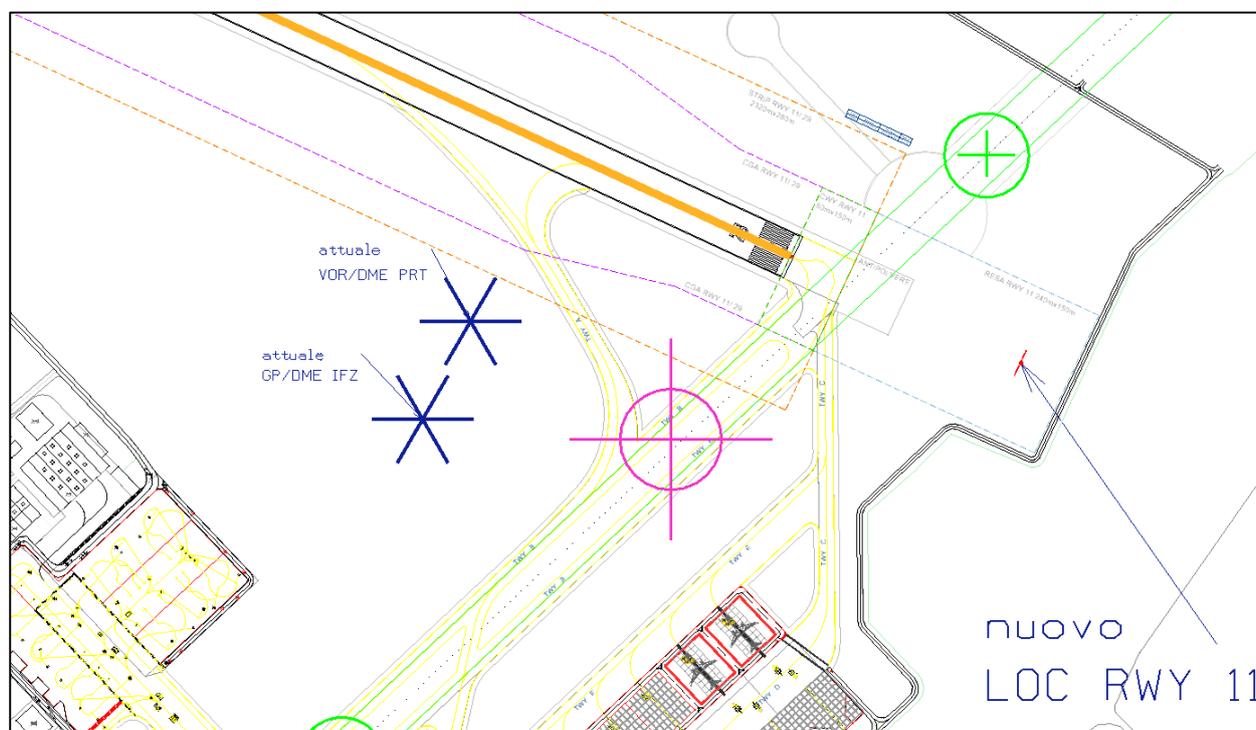


Figura 4 - Nuova pista e nuovo layout RWY 11/29 lato THR 29- Aeroporto di Firenze

Per quanto riguarda le altre opere complementari in ambito land-side, quali per esempio l'impianto fotovoltaico a nord-ovest dell'attuale pista 05/23, la nuova viabilità (compresa la terza corsia e il nodo Peretola) e le opere di riassetto idraulico lato THR 11, tali interventi saranno trattati in una fase successiva di studio una volta definito nel dettaglio il futuro layout aeroportuale.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

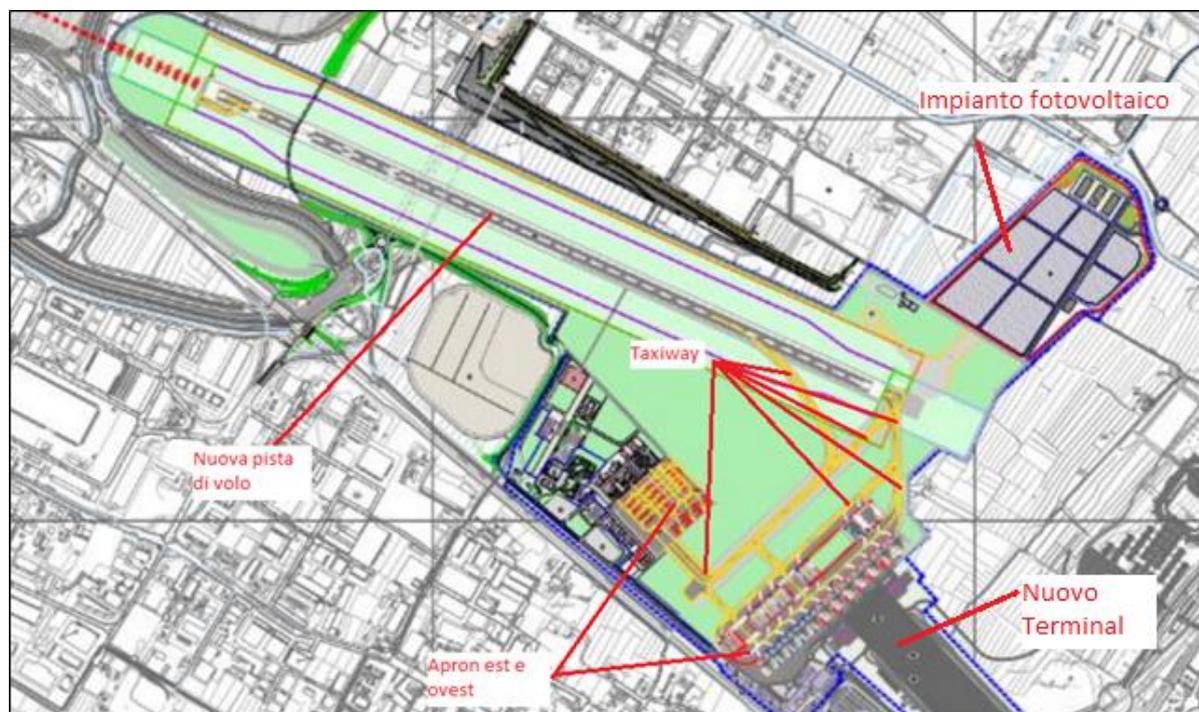


Figura 5 - Posizione pista di volo 11/29 e principali infrastrutture a servizio air-side e land-side

Le valutazioni di compatibilità elettromagnetica sono state condotte sulla base delle informazioni sopra riportate per quanto riguarda il nuovo scenario aeroportuale e delle ipotesi di lavoro di seguito descritte, sia per quanto riguarda i sistemi CNS analizzati che il modello elettromagnetico considerato.

In particolare, il sistema preso in considerazione nel presente studio è il futuro ILS RWY 11. Per quanto riguarda l'impianto VOR/DME, non è stata ancora ipotizzata alcuna posizione futura; tuttavia, assumendo che l'attuale apparato sarà oggetto di modifiche legate al nuovo layout aeroportuale, saranno necessari ulteriori approfondimenti.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

2.2.1 Sistema ILS RWY 11

Con riferimento alle posizioni rappresentate negli elaborati grafici allegati alla project review de Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035 e mostrate nelle seguenti figure (Figura 6 e Figura 7), il sistema ILS RWY 11 di prevista installazione è stato ipotizzato in una configurazione standard:

- antenna LOC sul prolungamento dell'asse pista a circa 250 m dalla nuova THR 29, nella posizione di coordinate: LAT. 43° 48' 33.62" N – LONG. 11° 12' 25.9791" E.

La quota terreno alla base del nuovo sistema è stata ipotizzata pari a 40 m;

- in questo studio è stato ipotizzato un angolo di discesa pari a 3° con una RDH standard pari a 15 m. Con riferimento all'analisi di fattibilità delle procedure strumentali di volo (Instrument Flight Procedure) atte a garantire la fruibilità della pista con l'orientamento indicato nella project review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035 dell'aeroporto di Firenze, in particolare al fine della progettazione del mancato avvicinamento convenzionale RWY 11, si è ipotizzato un DME associato al GP ad una distanza di 286.22 m dalla THR 11 onde garantire, nell'ipotesi di terreno avente la stessa elevazione della THR, una RDH standard di 15 m;
- le coordinate delle posizioni risultanti del GP RWY 11 e del DME associato al sistema ILS RWY 11 sono le seguenti:
 - o GP (per ipotesi a circa 145 m dalla RCL, all'esterno della strip per ipotesi 140 m):
LAT. 43° 49' 09.1105" N – LONG. 11° 11' 02.2220" E
 - o DME (per ipotesi a circa 150 m dalla RCL, all'esterno della strip per ipotesi 140 m):
LAT. 43° 49' 09.2555" N – LONG. 11° 11' 02.3218" E.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

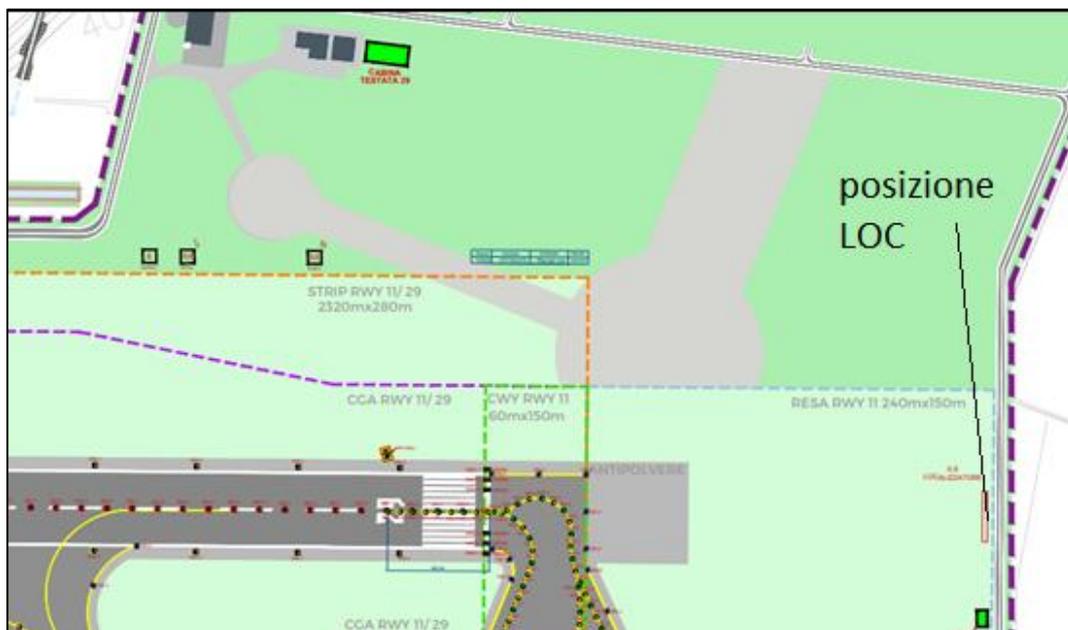


Figura 6 – Indicazione grafica posizione LOC RWY 11

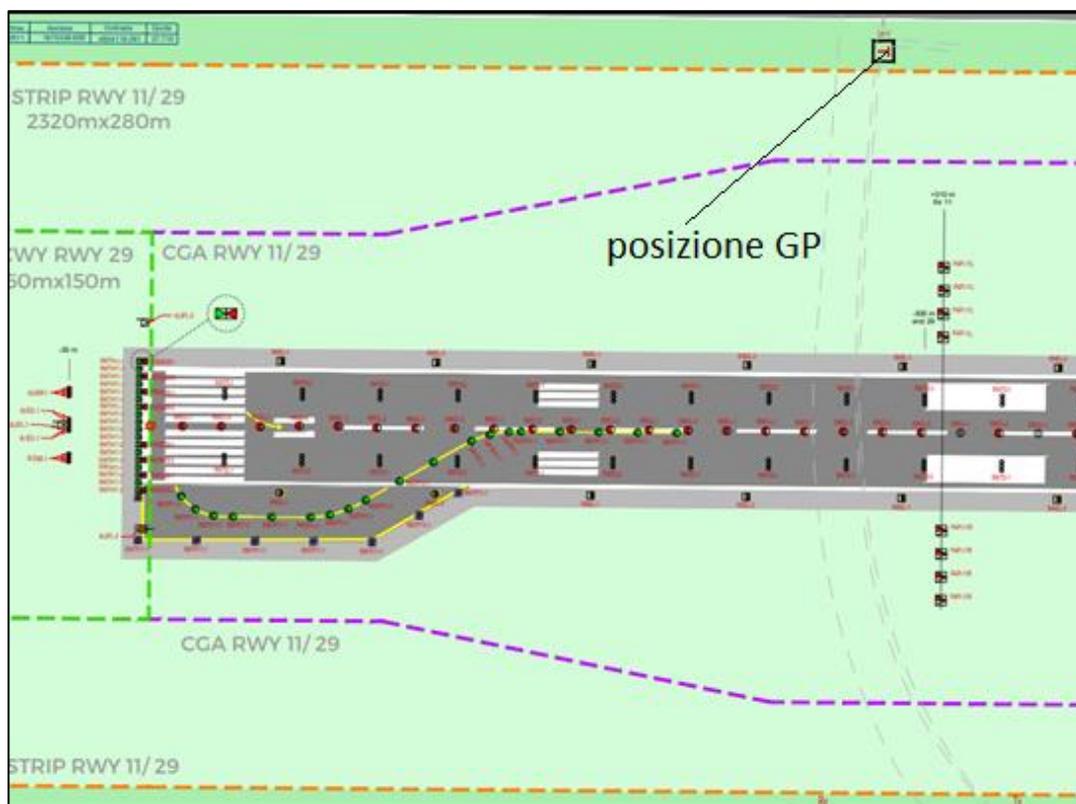


Figura 7 – Indicazione grafica posizione GP RWY 11



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Come si osserva nella seguente Figura 8, sulla base delle ipotesi di cui sopra, il nuovo LOC ricadrà in prossimità dell'attuale pista 05/23, in una zona che in considerazione degli interventi previsti nell'ambito del progetto in argomento sarà soggetta a modifiche sostanziali.

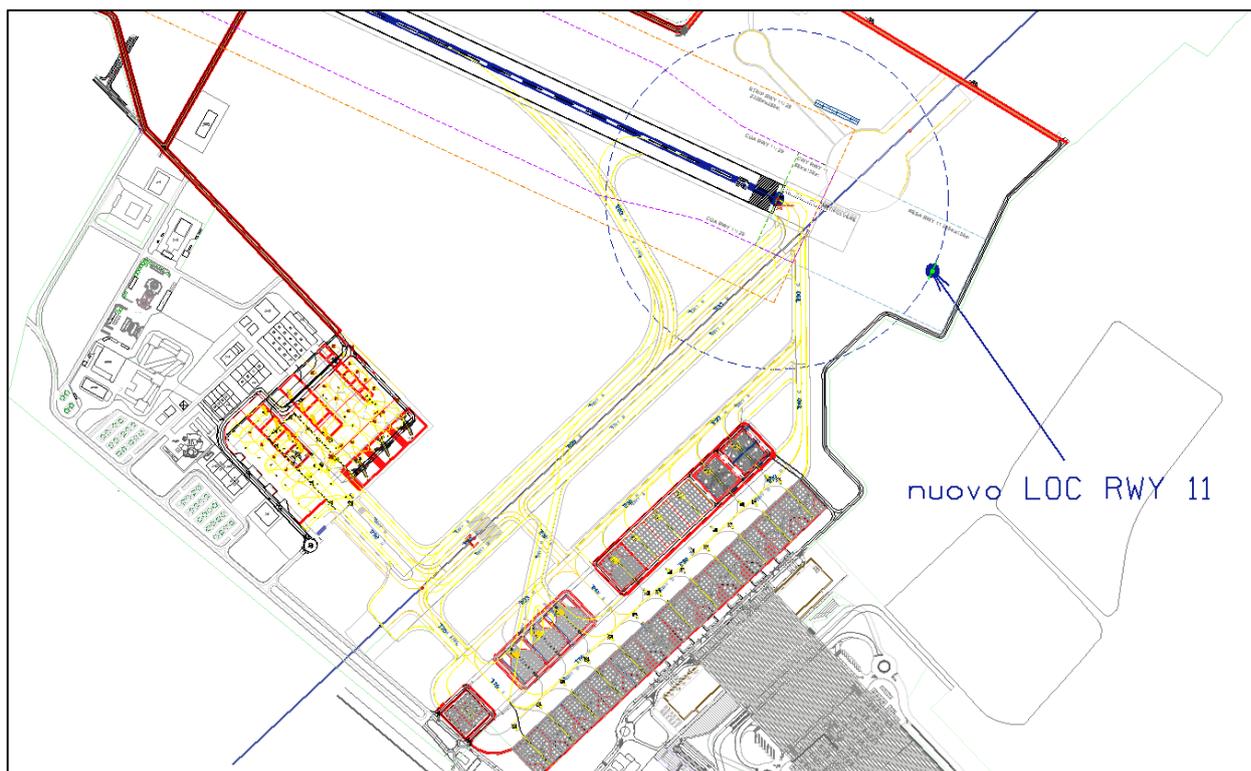


Figura 8 – Ipotesi posizione LOC RWY 11

La posizione ipotizzata è quindi da intendersi come valutazione di massima che andrà determinata in funzione del futuro layout aeroportuale e del progetto definitivo.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Lo stesso dicasi per l'impianto di Guida Planata (GP) e DME, la cui posizione è mostrata nella seguente figura:

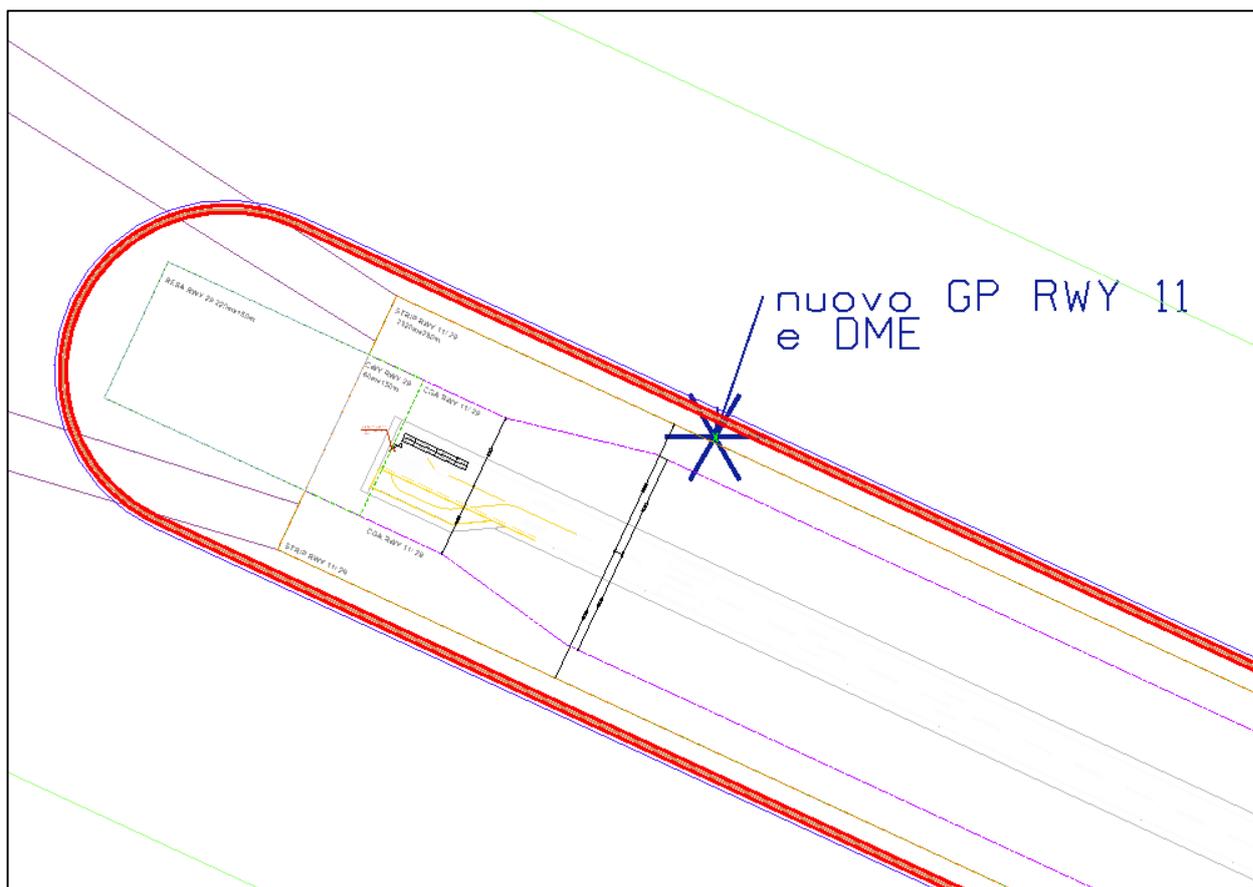


Figura 9 – Ipotesi posizione GP RWY 11 e DME

Per quanto riguarda i modelli di antenna dell'apparato ILS RWY 11 valutati teoricamente nel presente studio, le principali caratteristiche ipotizzate per il LOC, GP e DME sono riportate di seguito:

- GP: modello GP-422, tipo M, potenza 10W, frequenza 335 MHz
- LOC: modello LOC-421, 13 elementi, potenza 20W, frequenza 110.3 MHz
- DME: modello 415 con potenza 100W, antenna tipo FAN-96, canale CH 40X (frequenza 1001 MHz)



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

2.2.2 Scenario orografico

Lo scenario orografico dell'aeroporto e delle aree limitrofe considerato nel presente studio per lo svolgimento delle simulazioni di visibilità ottica e copertura radioelettrica è stato generato utilizzando i modelli digitali del terreno (DTM) presenti nel DB ENAV.

Gli stessi modelli sono stati utilizzati per la creazione del modello elettromagnetico del terreno per le analisi dell'errore di indicazione del LOC, GP e DME.

2.2.3 Modello elettromagnetico degli ostacoli

Per quanto riguarda la rappresentazione degli ostacoli artificiali, il modello elettromagnetico di sito è stato realizzato a partire dalle volumetrie già presenti nel DB ENAV.

Nella seguente immagine (Figura 10) sono mostrati a titolo di esempio il modello elettromagnetico dell'orografia e degli attuali edifici presenti nella zona dell'apron 200-300.

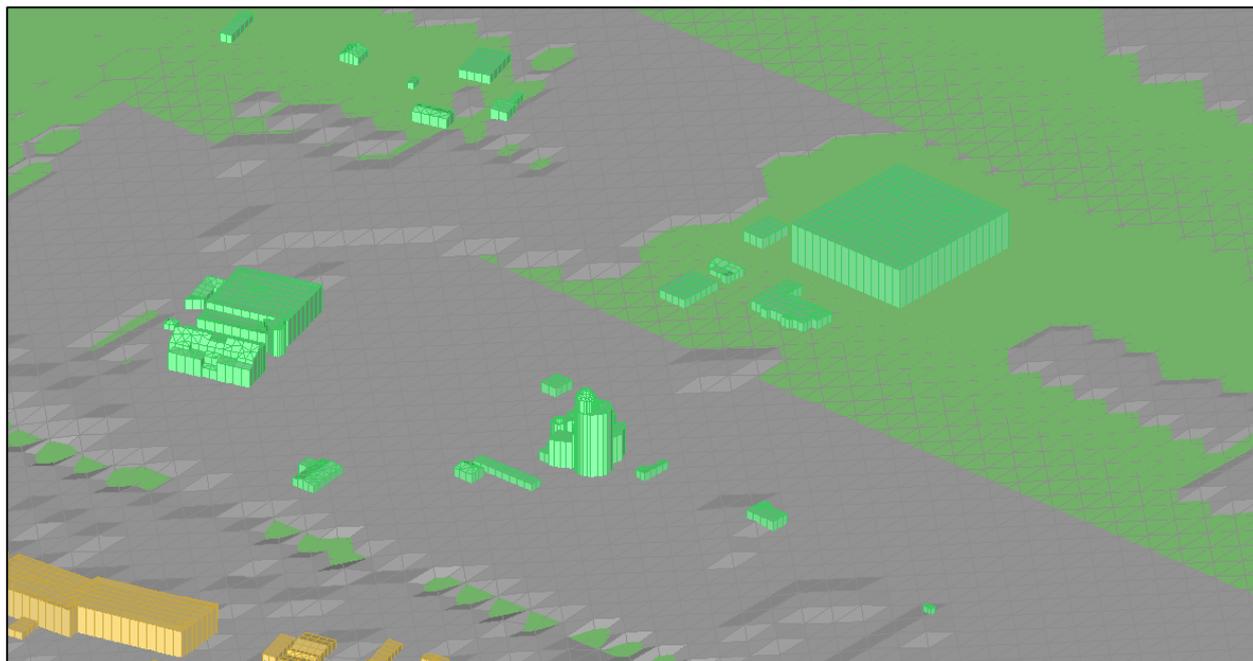


Figura 10 – Modello elettromagnetico orografia e attuali edifici zona apron 200-300

Per la creazione del modello elettromagnetico 3D rappresentativo della futura configurazione di aeroporto, i dati di progetto forniti in input sono stati georeferenziati e importati nell'ambiente di progettazione ENAV.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Sono stati in particolare considerati gli edifici di prevista realizzazione (rappresentati in rosso) nella zona mostrata nella seguente figura (Figura 11), in quanto ritenuti potenzialmente significativi ai fini delle analisi delle prestazioni del futuro sistema ILS RWY 11.

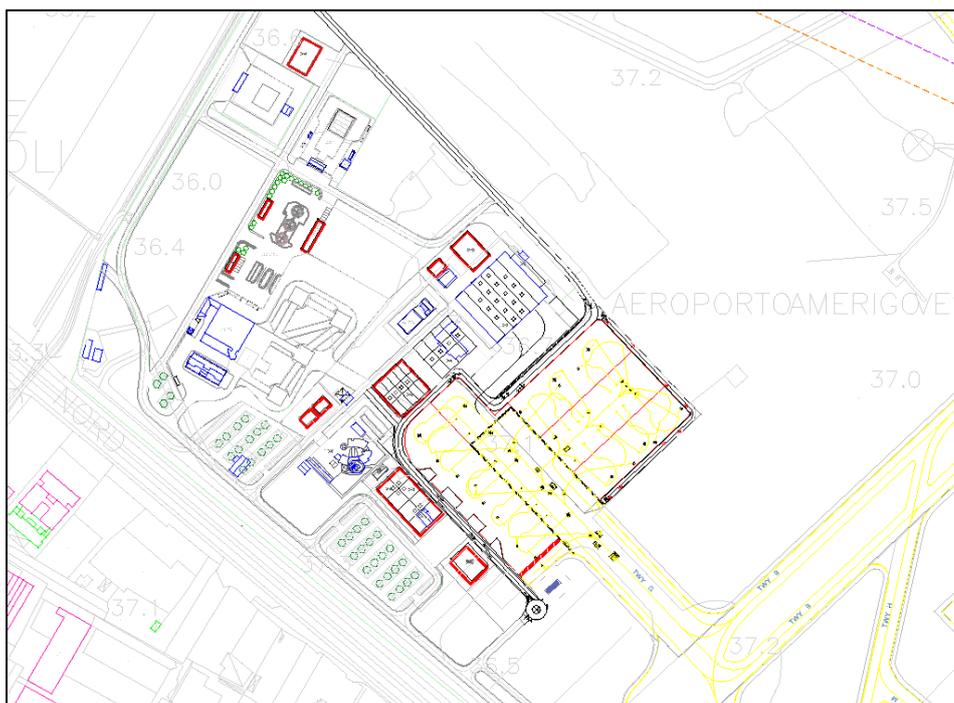


Figura 11 – Nuovi edifici in rosso

Visti l'ingombro e la posizione delle nuove infrastrutture rispetto a quelle esistenti, le simulazioni del sistema ILS RWY 11 ipotizzato nel presente studio si sono principalmente basate sull'attuale scenario di ostacoli orografici ed artificiali, nell'assunzione che le zone di prevista installazione del nuovo sistema ILS saranno opportunamente predisposte e adeguate.

Il nuovo terminal con relativo adeguamento dell'apron est non sono stati invece valutati nel dettaglio nel presente studio, in quanto di prevista realizzazione in una zona non d'interesse per la valutazione del segnale ILS.

Si evidenzia che, pur riscontrando l'adeguatezza del set di dati a disposizione per le finalità del presente studio, nelle successive fasi di sviluppo progettuale saranno comunque necessari approfondimenti per gli aspetti ritenuti più significativi in riferimento ai sistemi ipotizzati (quali, per esempio, la viabilità lungo la strada perimetrale e la recinzione aeroportuale in prossimità del GP) per la determinazione dei risultati finali.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

2.3 Analisi di visibilità ottica e copertura radioelettrica

Le simulazioni di visibilità ottica e di copertura radioelettrica svolte nel presente studio sono state eseguite a diverse quote di scansione.

Si fa presente che i risultati di questa tipologia di analisi mostrati di seguito sono indipendenti dalla categoria dell'apparato ILS analizzato.

2.3.1 Visibilità ottica

In questo paragrafo sono mostrati i risultati delle simulazioni di visibilità ottica per il sistema ILS RWY 11 (LOC, GP e DME). L'area rappresentata in rosso nelle seguenti figure indica la regione del dominio di analisi per cui vi è presenza di linea di vista tra i punti analizzati e la radio assistenza in esame.

Apparato LOC RWY 11

Nelle seguenti immagini (Figura 12 e Figura 13) sono mostrati i risultati delle simulazioni svolte per il LOC RWY 11 a 4500 ft e 5000 ft amsl. Per una più semplice lettura viene mostrato in blu il volume di copertura operativo nominale (sul piano orizzontale) definito in Annesso 10 ICAO per questa tipologia di apparato.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

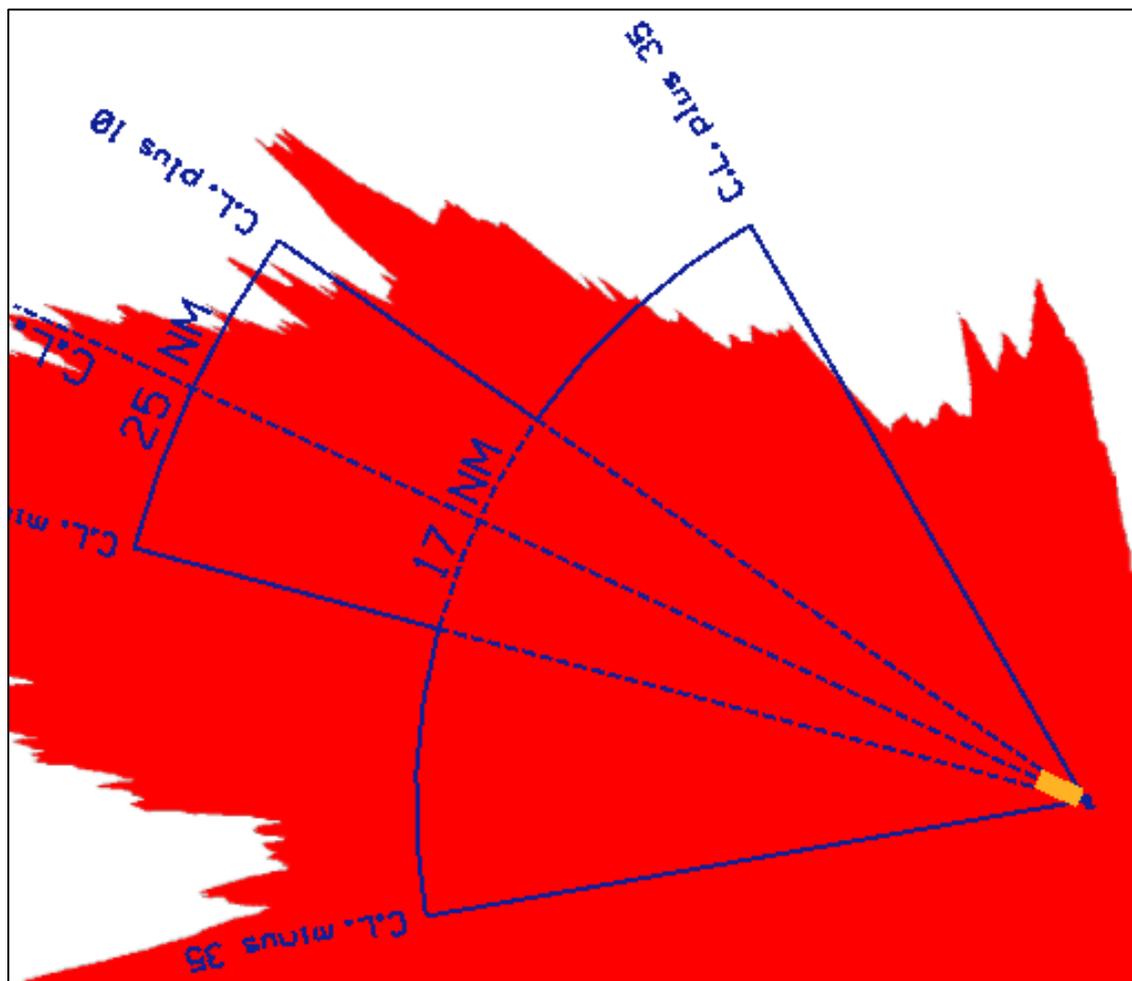


Figura 12 – Visibilità ottica LOC RWY 11 a 4000 ft amsl



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

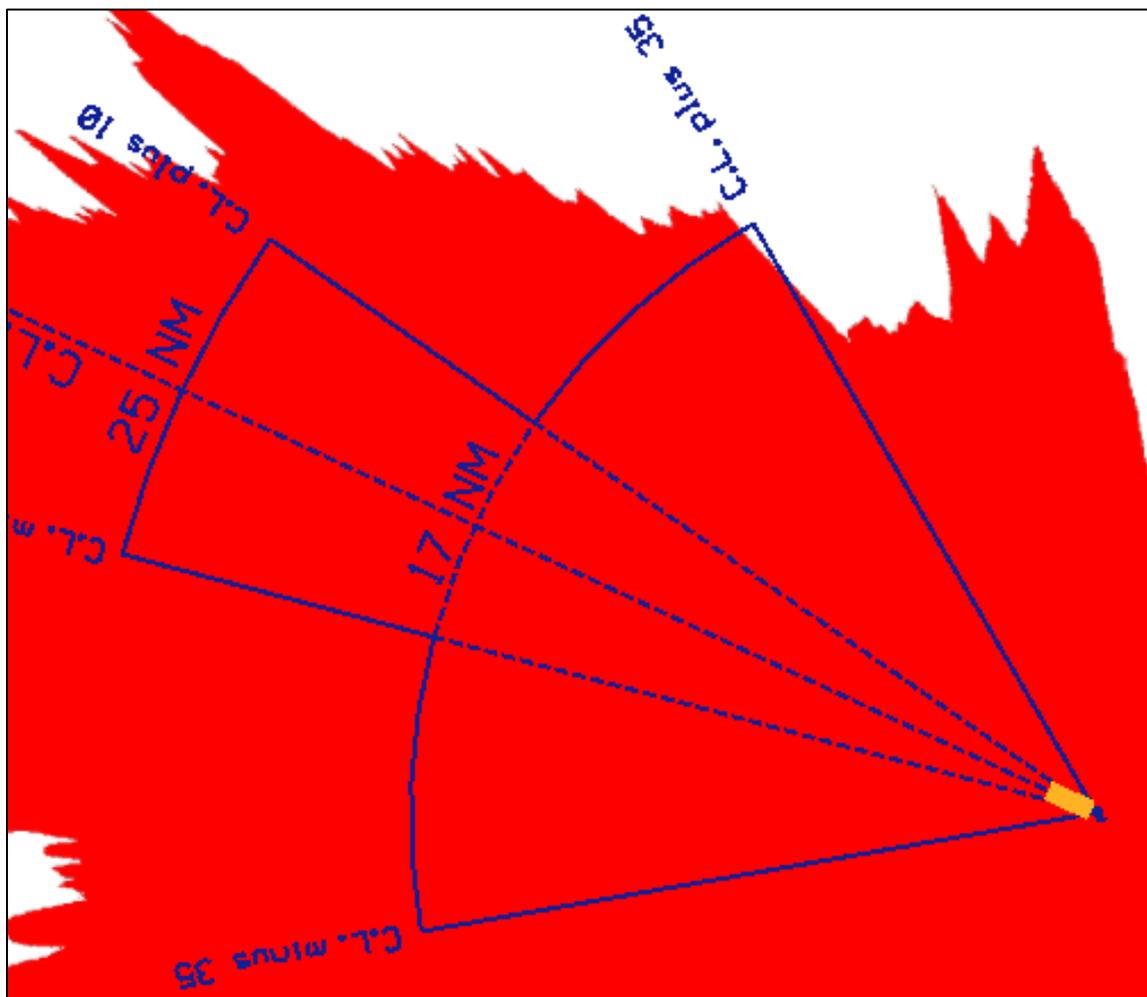


Figura 13 – Visibilità ottica LOC RWY 11 a 5000 ft amsl

Le simulazioni di visibilità ottica svolte per il futuro apparato LOC RWY 11 mostrano che:

- la direzione di puntamento lungo la CL è sgombra da rilievi orografici che limitano la visibilità ottica;
- nel settore di clearance a est della RWY 11\29 la visibilità ottica si riduce per via dell'orografia presente in questo settore;
- completa visibilità ottica nel settore di puntamento $CL \pm 10^\circ$ e nel settore di clearance $CL \pm 35^\circ$ si ha per altitudini non inferiori a 5000 ft.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato GP RWY 11

Nella seguente figura sono mostrati i risultati delle simulazioni di visibilità ottica per il GP RWY 11 a 350 ft amsl. Nella stessa figura è rappresentato in blu il volume di copertura operativo nominale (sul piano orizzontale) definito in Annesso 10 ICAO per questa tipologia di apparato.

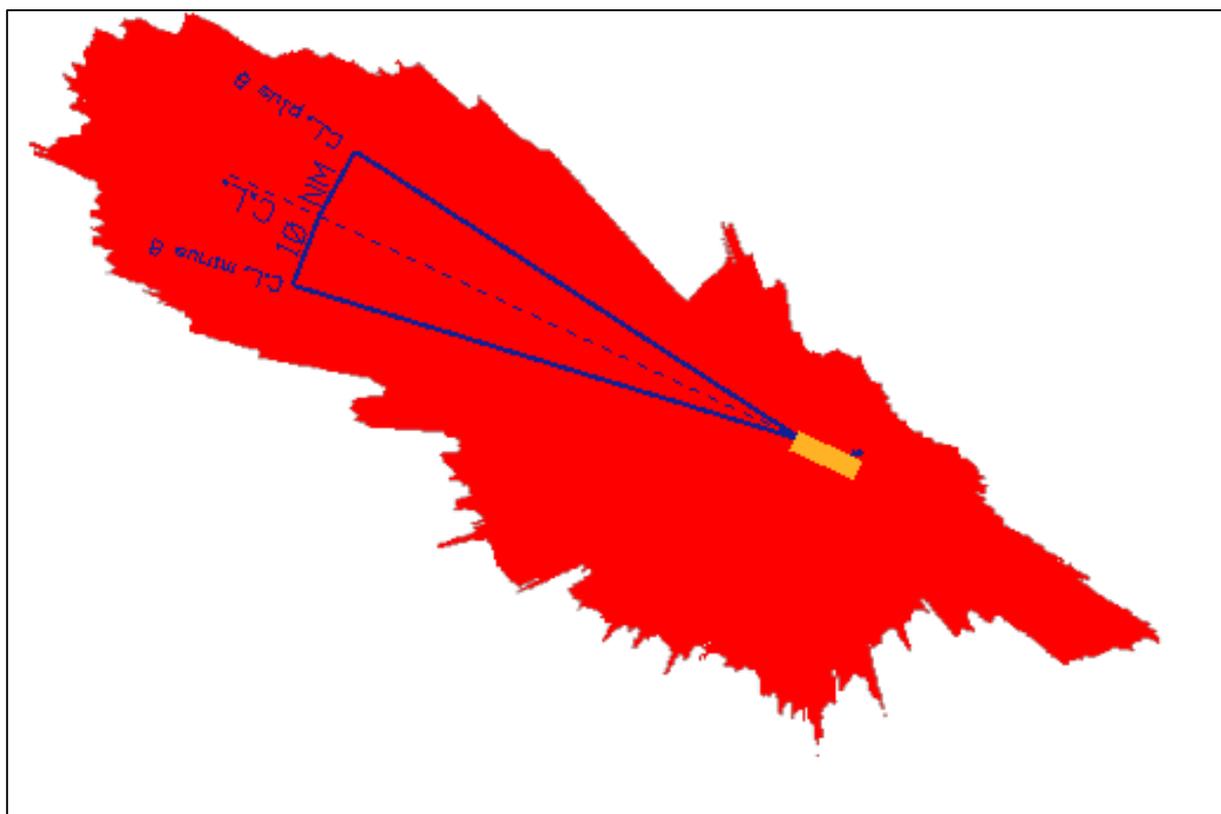


Figura 14 – Visibilità ottica GP RWY 11 a 350 ft amsl

I risultati ottenuti mostrano che:

- la direzione di puntamento lungo la CL è sgombra da rilievi orografici che limitano la visibilità ottica. Nel settore di $CL \pm 8^\circ$ non vi sono limitazioni di visibilità dovute all'orografia;
- completa visibilità ottica nel settore $CL \pm 8^\circ$ per altitudini non inferiori a 350FT.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato DME

I risultati delle simulazioni di visibilità ottica del DME associato al sistema ILS sono mostrati nelle seguenti figure con riferimento al volume operativo nominale di copertura del LOC come definito in Annesso 10 ICAO.

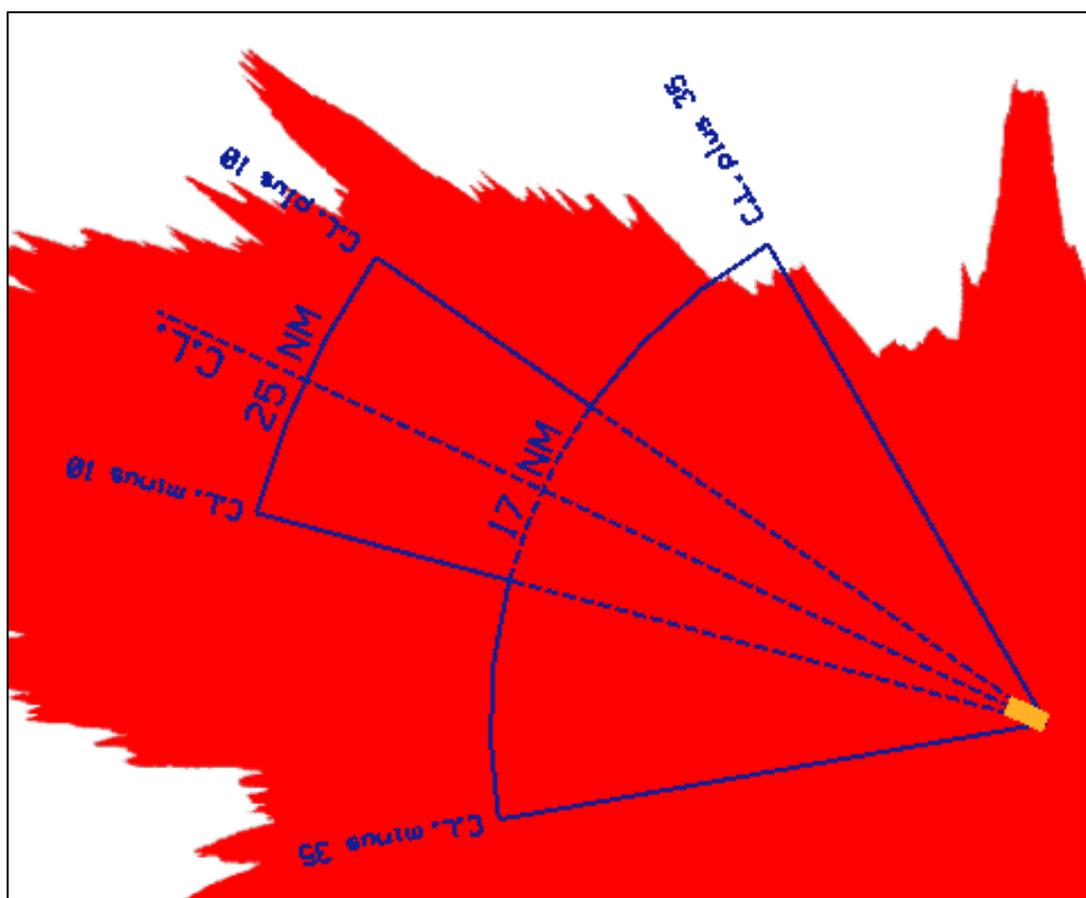


Figura 15 – Visibilità ottica DME a 5000 ft amsl



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

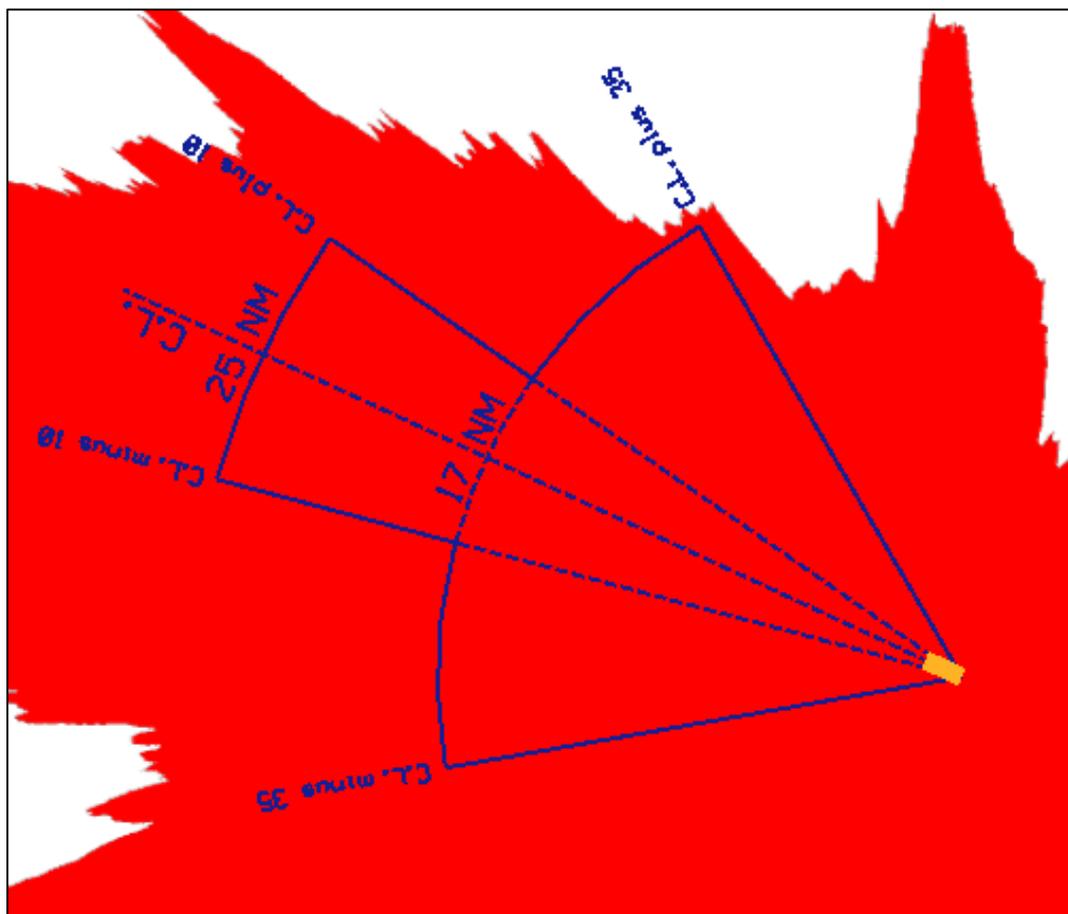


Figura 16 – Visibilità ottica DME a 5500ft amsl

Dalle precedenti figure si riscontra completa visibilità ottica nel settore di puntamento $CL \pm 10^\circ$ e nel settore di clearance $CL \pm 35^\circ$ per altitudini superiori a 5000 ft.

2.3.2 Copertura radioelettrica

Le simulazioni di copertura radioelettrica tengono conto delle caratteristiche fisiche e radioelettriche dell'antenna analizzata.

In questo paragrafo sono mostrati i risultati delle simulazioni di copertura radioelettrica per il sistema ILS RWY 11 (LOC, GP e DME). L'area rappresentata in rosso nelle seguenti figure indica la regione del dominio di analisi in cui il livello del segnale è uguale o superiore al valore di soglia al ricevitore definito in Annesso 10 ICAO per ciascun sistema.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato LOC RWY 11

Per lo svolgimento delle simulazioni di copertura è stato individuato il picco orografico nel settore di copertura operativo nominale del LOC definito in Annesso 10 ICAO.

Tale picco, desunto dai dati di terreno utilizzati nel presente studio, è pari a 1300 m, da cui la quota minima alla quale verificare la copertura radio elettrica è pari a 1600 m (5250 ft).

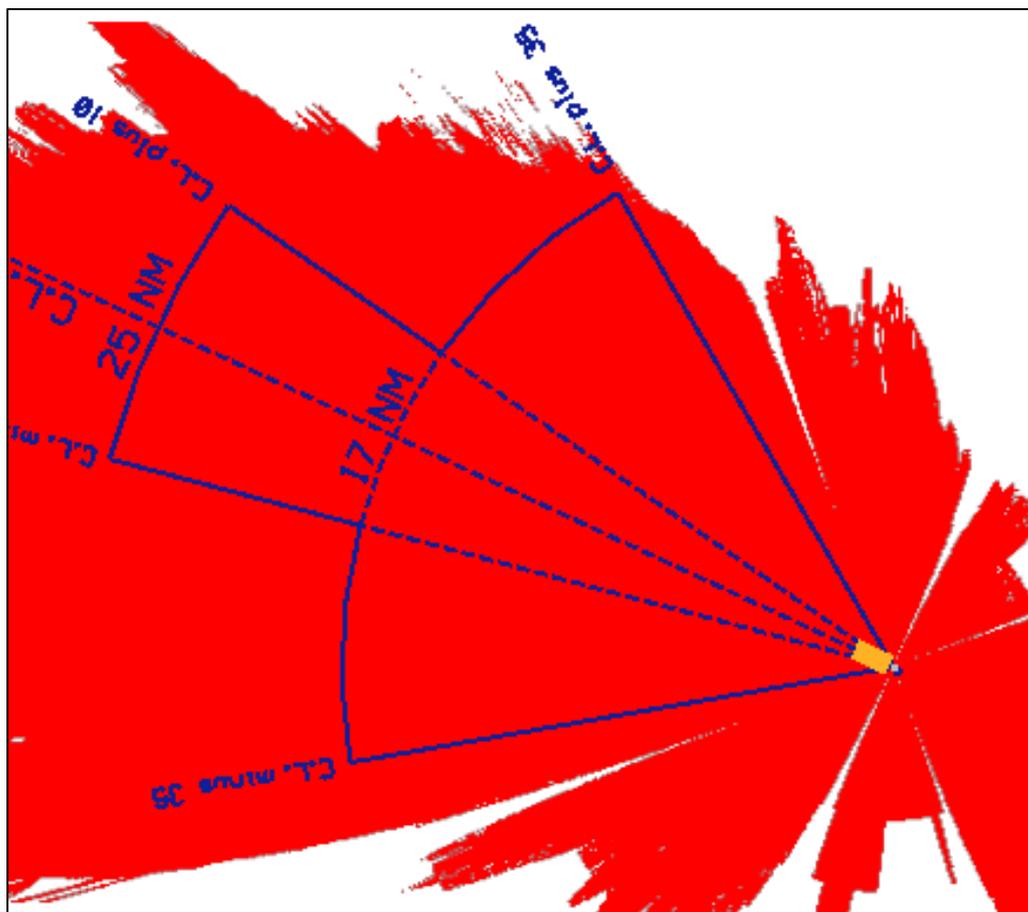


Figura 17 – Copertura radioelettrica LOC RWY 11 a 5000ft amsl



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

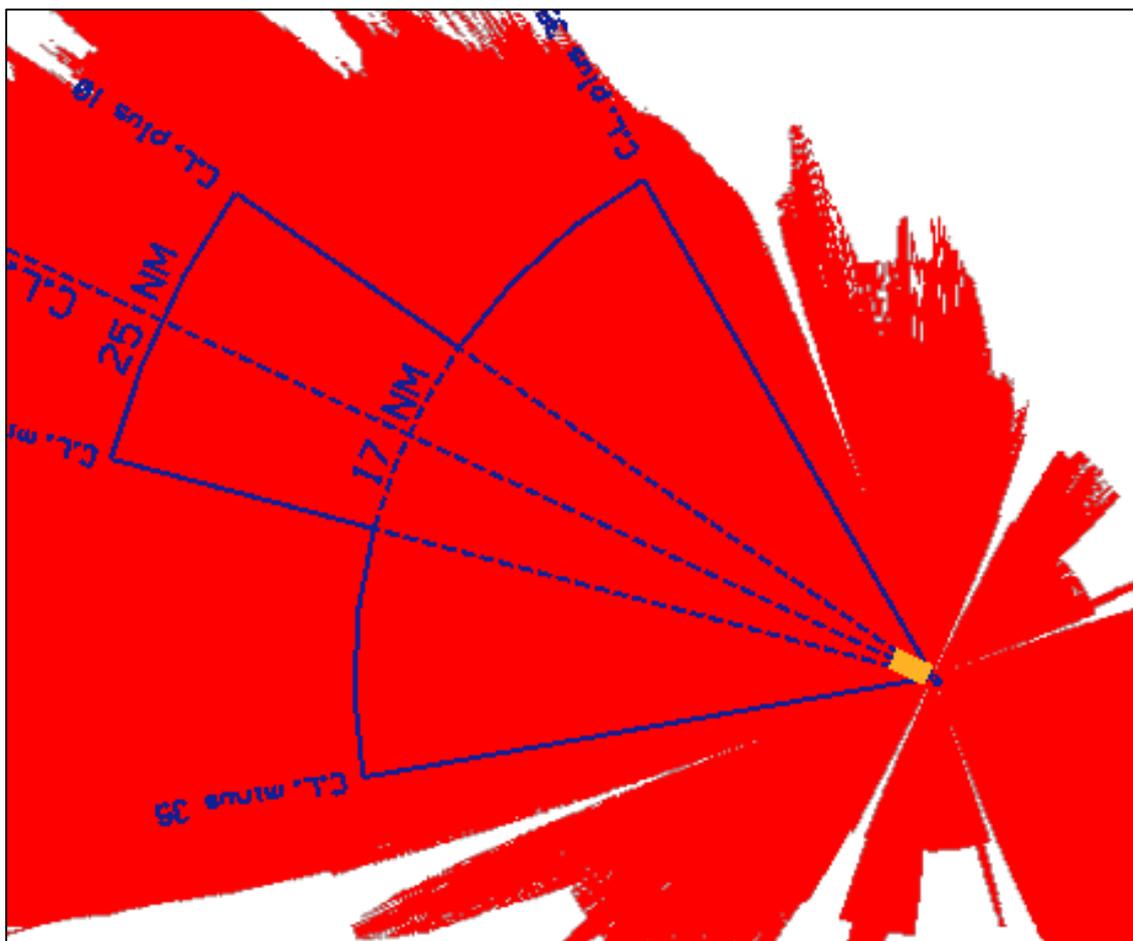


Figura 18 – Copertura radioelettrica LOC RWY 11 a 6000ft amsl

Non si riscontrano criticità sul segnale LOC dovute all'orografia circostante



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato GP RWY 11

Secondo quanto specificato nell'ICAO Annesso 10, l'angolo di elevazione minimo considerato per la verifica della copertura radio elettrica nel settore di copertura del GP ($\pm 8^\circ$ rispetto alla CL e fino ad una distanza di 10NM) è pari a 1.35° (0.45θ dove θ è il glide path angle pari a 3° per il GP RWY 12).

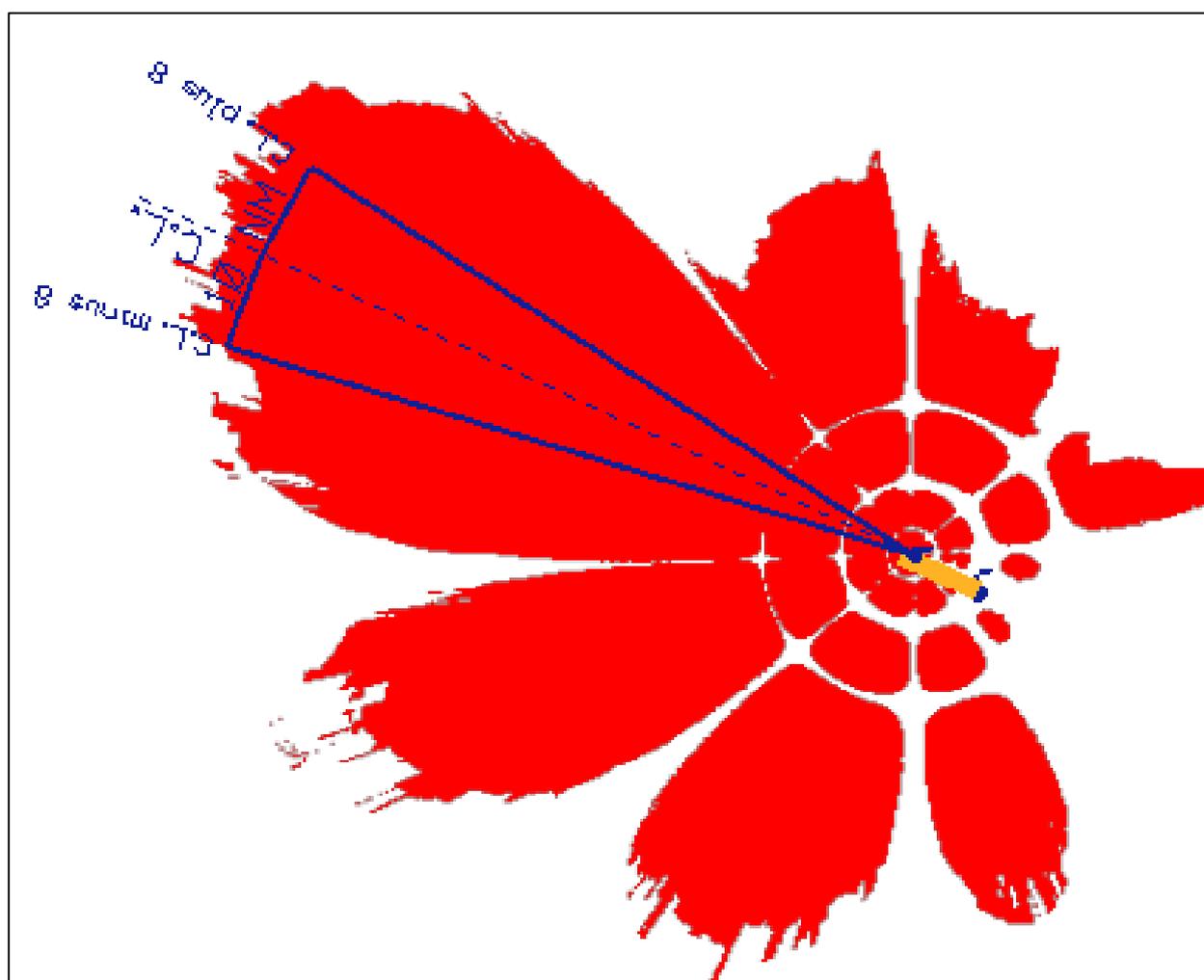


Figura 19 –Copertura radioelettrica GP RWY 11 a 1500ft amsl

Le simulazioni di copertura radioelettrica svolte nelle ipotesi prese a riferimento nel presente studio non hanno evidenziato criticità sul segnale GP dovute all'orografia circostante



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato DME

La copertura del futuro DME è stata analizzata nel volume operativo nominale del LOC in accordo all'Annesso 10 ICAO.

Vengono di seguito mostrati i risultati ottenuti a 5000 ft amsl:

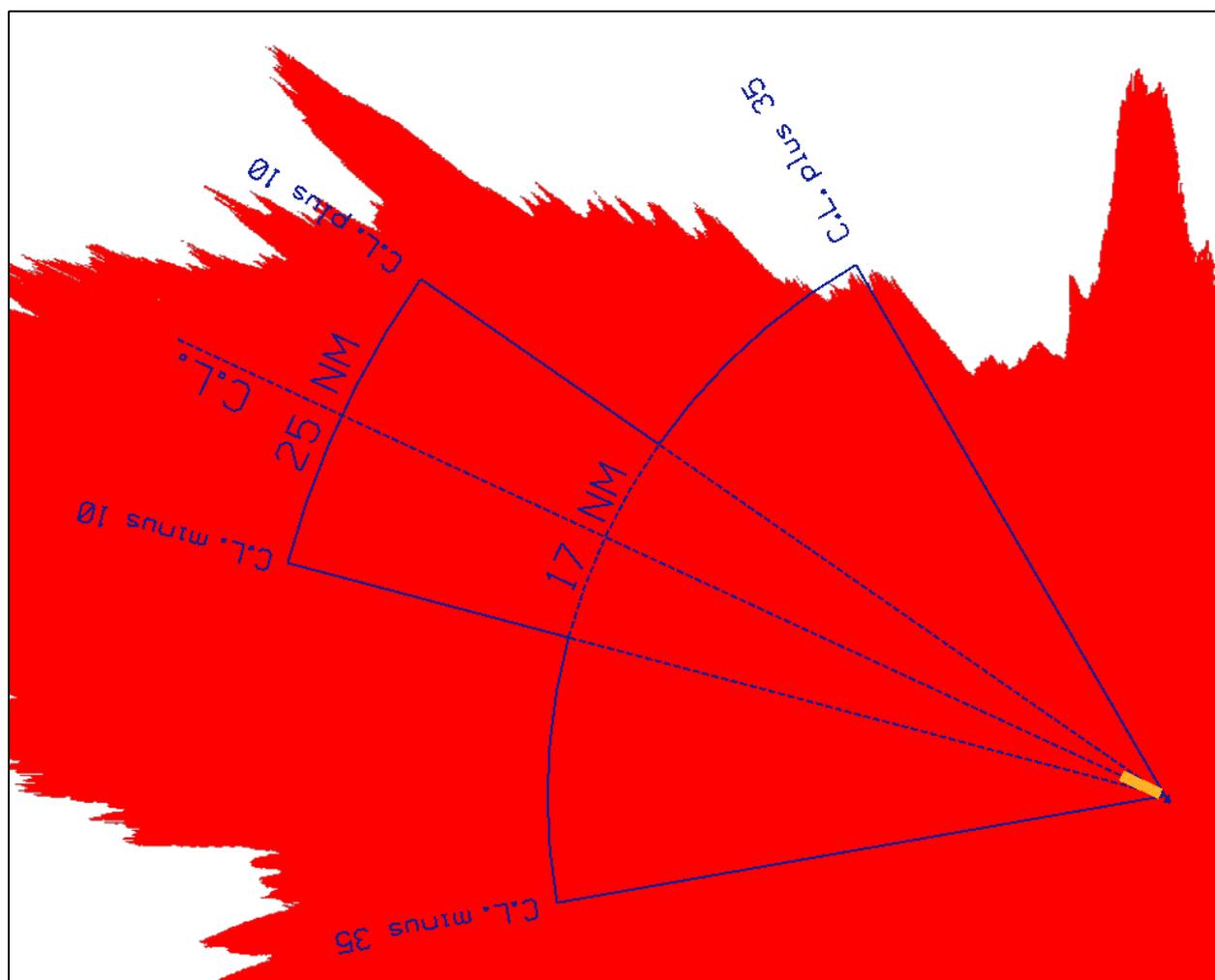


Figura 20 – Copertura radioelettrica DME a 5000ft amsl



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

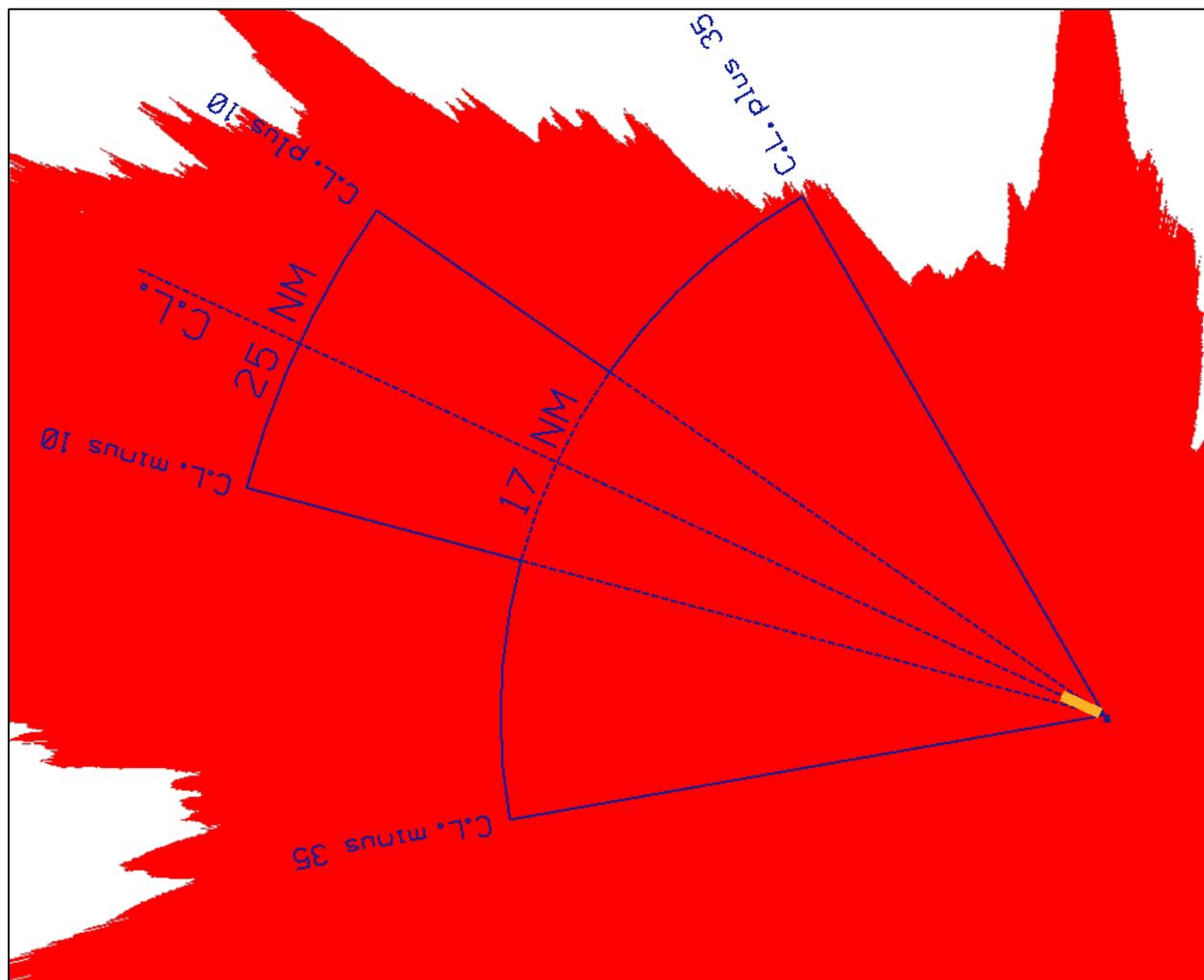


Figura 21 – Copertura radioelettrica DME a 5250ft amsl

Dalle precedenti figure (Figura 20 e Figura 21) si riscontra che il nuovo DME sarà in copertura radioelettrica nel settore di puntamento $CL\pm 10^\circ$ e nel settore di clearance $CL\pm 35^\circ$ per altitudini superiori a 5000 ft.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

2.4 Analisi di precisione

In questo paragrafo sono presentati i risultati dell'errore di indicazione dell'apparato ILS RWY 11 (LOC, GP e DME) ottenuti considerando gli effetti di riflessione/diffrazione elettromagnetica prodotti dall'orografia circostante l'aeroporto e dagli ostacoli di sito.

Nelle immagini che seguono vengono rappresentati in blu i limiti ICAO relativi ad apparati in Cat. III.

Apparato LOC RWY 11

Nelle seguenti figure è rappresentato l'andamento della DDM del LOC RWY 11 valutata lungo le ultime 8 NM del sentiero nominale di discesa (glide slope = 3°) e i limiti ICAO per apparati ILS CAT III.

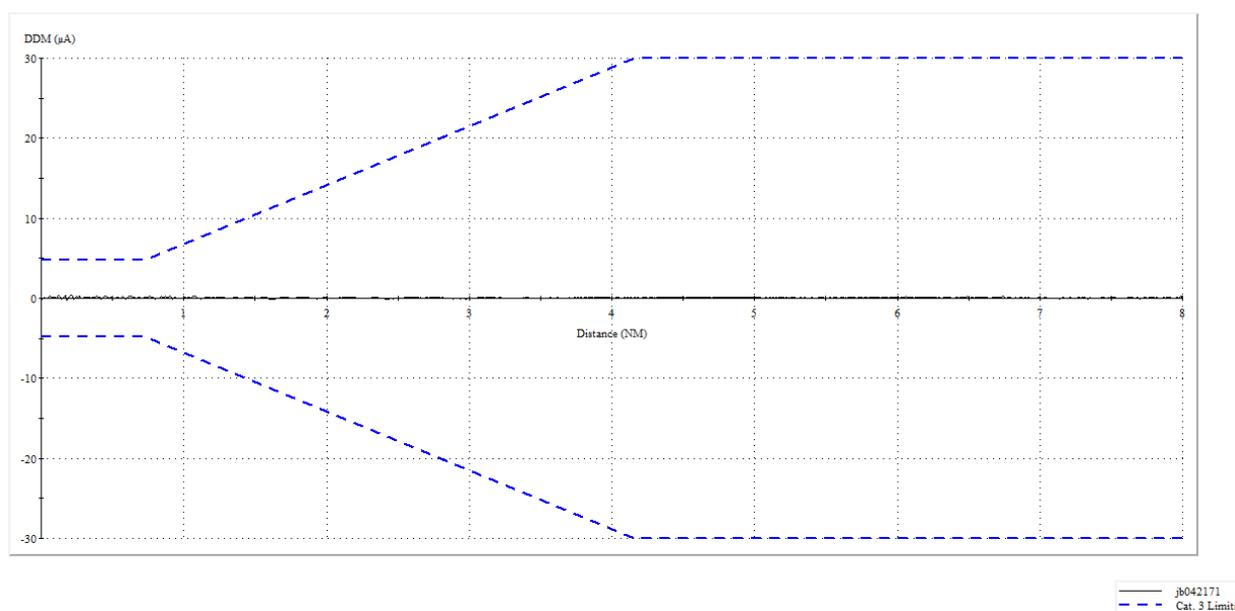


Figura 22 – LOC RWY 11 Approach - DDM confronto con limiti ICAO CAT III (ILS3+ILS2)



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

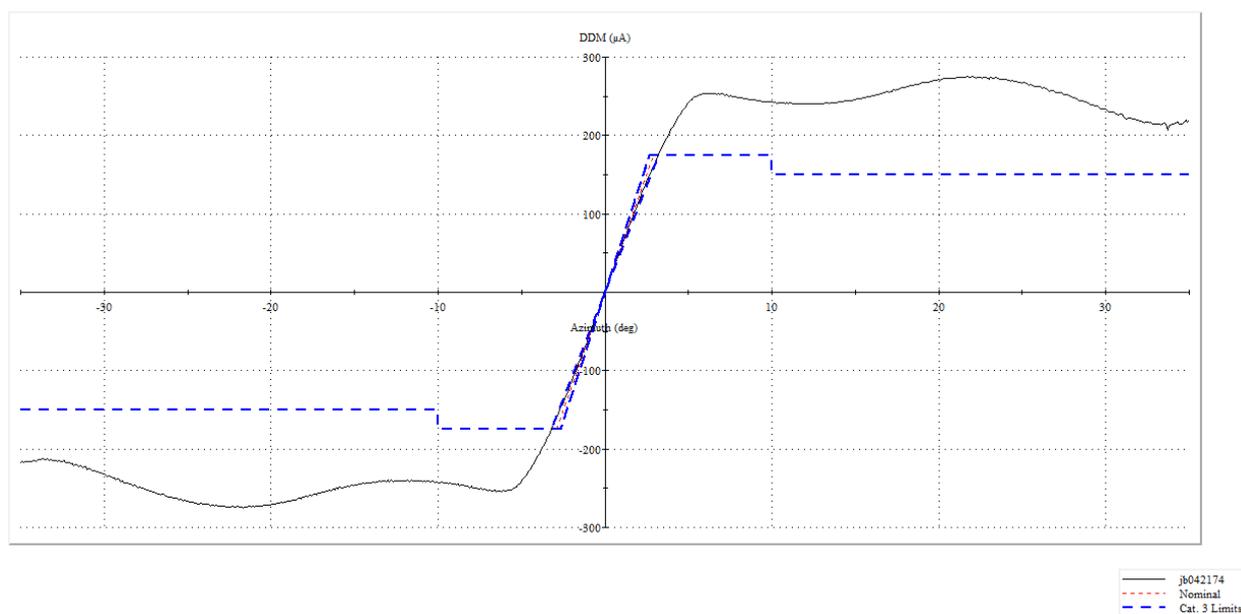


Figura 23 – LOC RWY 11 DDM (ILS1) su arco di orbita 6 NM/2000 ft

Dal confronto tra l'andamento del segnale DDM simulato e i limiti ICAO si riscontra che l'apparato LOC RWY 11 nelle ipotesi di lavoro fatte nel presente studio rispetta i limiti ICAO previsti per apparati CAT III.



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato GP RWY 11

Nelle seguenti figure è rappresentato l'andamento della DDM del GP RWY 11 valutata lungo le ultime 8 NM del sentiero nominale di discesa (glide slope = 3°, RDH = 15 m) e i limiti ICAO per apparati ILS CAT III.

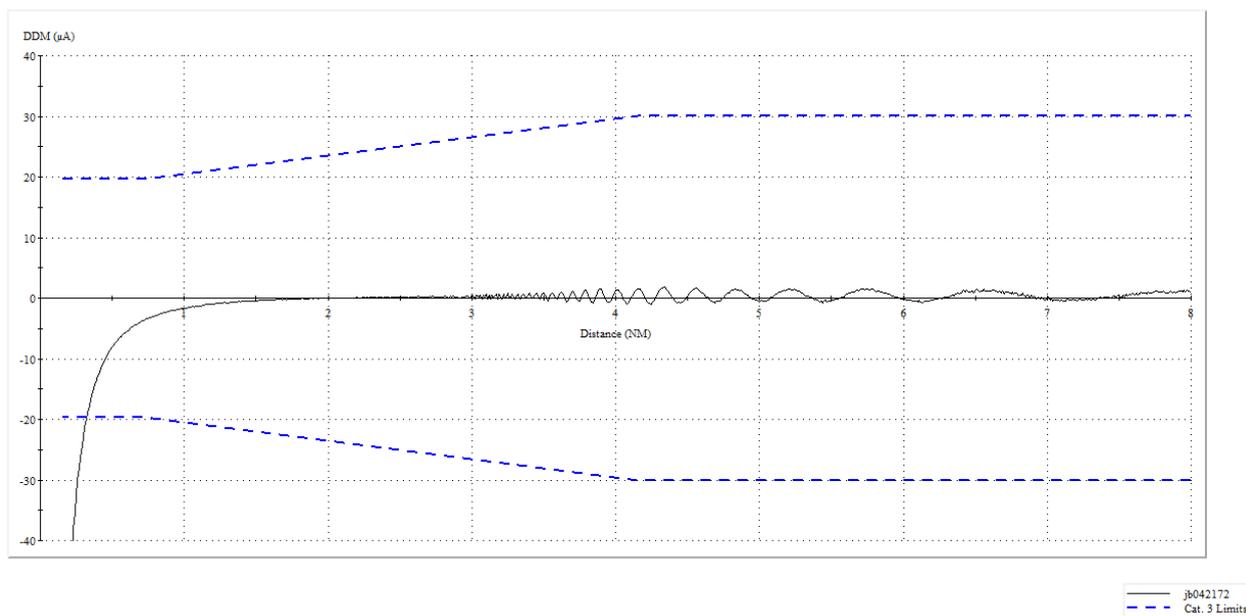


Figura 24 – GP RWY 11 Approach - DDM confronto con limiti ICAO CAT III (ILS3+ILS2)

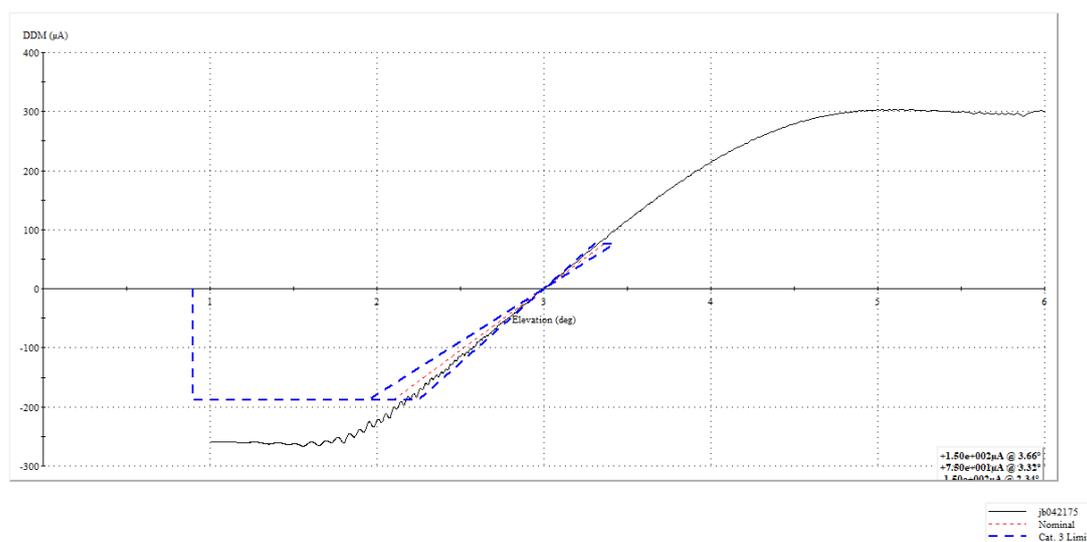


Figura 25 – GP RWY 11 DDM (ILS2) a quota costante di 2000 ft



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

Apparato DME

Nella seguente figura è rappresentato l'andamento dell'errore in distanza del DME valutato su un'orbita di 6 NM a 2000 ft.

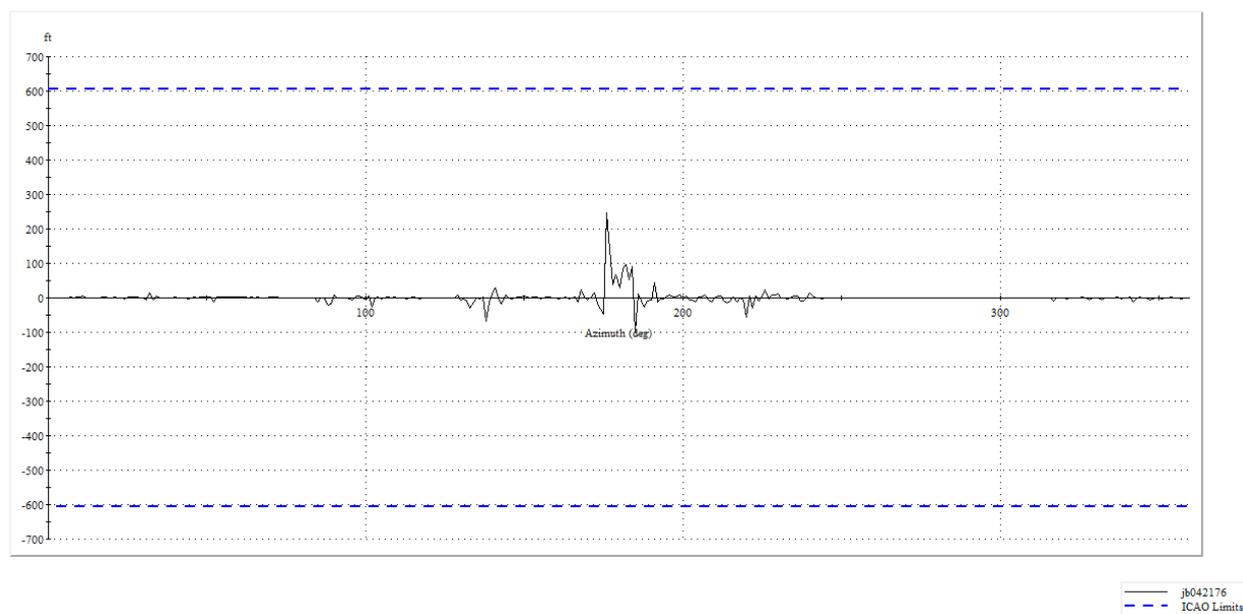


Figura 26 – segnale DME su orbita di 6 NM a 2000 ft



Operations
Operational and Consulting Services
Aeronautical Design, Simulations and AIM

3. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato condotto nelle ipotesi di lavoro descritte al Paragrafo 2.2, confrontando i risultati ottenuti con i limiti Annesso 10 ICAO di Cat. III.

Le analisi numeriche svolte per il sistema ILS RWY 11 ipotizzato si sono basate principalmente sull'attuale scenario di ostacoli orografici ed artificiali; non sono al momento note le dettagliate caratteristiche degli apparati reali che verranno installati.

Per tali motivi i risultati rappresentano solo un'indicazione di massima, che andrebbero ulteriormente approfonditi in un contesto di più precisa definizione dei driver che incidono sulla propagazione dei segnali emessi.

Dai risultati ottenuti non sono state riscontrate criticità per quanto riguarda il sistema ILS RWY 11 ipotizzato nel presente studio.

