



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE



AEROPORTO "MARCO POLO" DI TESSERA - VENEZIA

Concessionaria del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



COMMESSA

INTERVENTI DI RIQUALIFICA E ADEGUAMENTO
NORMATIVO DELLE INFRASTRUTTURE DI VOLO

APPROFONDIMENTO PROGETTUALE

ELABORATO

COMMESSA: CO859 COD. C.d.P.: 4.14

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

CODICE ELABORATO

AP - RG03.0 - 02

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	NOME FILE: CO_859_AP_RG_0302
0	24/10/2013	Prima emissione	F.R. Fantauzzi	C. Criscuolo	A. Manganaro	FILE DI STAMPA:
1	16/12/2013	Revisione interna	F.R. Fantauzzi	C. Criscuolo	A. Manganaro	SCALA:
2	21/03/2014	Agg. programmazione	A. Manganaro	A. Manganaro	A. Manganaro	

PROGETTISTA



SAVE ENGINEERING S.r.l.
Sede Legale: V.le G. Galilei, 30/1 - 30173
Venezia - Tessera (Italia)
Uffici: Via A. Ca' Da Mosto, 12/3 - 30173
telefono: +39/041 260 6191
telex: +39/041 2606199
e-mail: saveeng@veniceairport.it

DIRETTORE TECNICO
ing. Franco Dal Pos



PROGETTISTA
ing. Andrea Manganaro

COMMITTENTE

SAVE S.p.A.
DIREZIONE OPERATIVA
R.U.P./R.L.

ing. Corrado Fischer

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
PROGETTAZIONE

ing. Franco Dal Pos

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
MANUTENZIONE

ing. Virginio Stramazzone

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
AREA MOVIMENTO-TERMINAL

sig. Francesco Rocchetto

SAVE S.p.A.
COMERCIALE E
SVILUPPO AVIATION

dott. Camillo Bozzolo - dott. Giovanni Rebecchi

SAVE S.p.A.
QUALITÀ AMBIENTE
E SICUREZZA

ing. Davide Bassano

SAVE S.p.A.
SAFETY MANAGER

sig. Adriano Andreon

CONSULENTI PROGETTISTI
TECNO ENGINEERING 2C s.r.l.

Società di Ingegneria - TE2C
Viale del Policlinico, 131 - 00161 Roma
Tel: 06/44254616 Fax: 06/44254601
e-mail: te2c@te2c.com www.te2c.com

Direttore tecnico: Ing. Carlo Criscuolo



SOGEN s.r.l.
via Bonazza 33 - 35132 - Padova - IT
tel. +39 049 864 6799 - tecnico@sogen.it
Ing. Simone Carraro
Ing. Maurizio Schiavo
Ing. Fabio Picariello

SUPERVISIONE SPECIALISTICA

Prof. Ing. Paolo Simonini
Professore di GEOTECNICA
Universita' di PADOVA

Prof. Ing. Andrea Simone
Professore di STRADE,
FERROVIE e AEROPORTI
Universita' di BOLOGNA

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	LO STATO ATTUALE.....	4
4	INTERVENTI DI PROGETTO.....	12
5.1	RWYs 04R/22L.....	13
5.2	RWYs 04L/22R.....	16
5.3	La via di rullaggio TN.....	19
5.4	Ampliamento APRON.....	22
5.5	Raccordi tra via di rullaggio TN e pista di volo secondaria RWYs 04L/22R.....	24
5.6	Holding bay.....	24
5.7	Raccordi di uscita rapida.....	26
5.8	Nuova viabilità perimetrale di servizio ed ispezione.....	31
5.9	Interventi nelle aree di CGA, Strip e RESA.....	31
5	NUOVE PAVIMENTAZIONI.....	33
	<i>Fasi costruttive.....</i>	34
	<i>Verifica statica con metodo razionale empirico meccanicistico.....</i>	36
6	OPERE IDRAULICHE.....	37
7.1	Idraulica di piattaforma.....	37
7.2	Intervento in barena.....	40
7	IMPIANTI VOLI NOTTURNI.....	41
8.1	Premessa.....	41
8.2	Caratteristiche sistemi luminosi.....	42
8.2.1	Sentiero luminoso di avvicinamento di precisione Cat III per pista RWY04R.....	42
8.2.2	Soglia THR 04R.....	43
8.2.3	Soglia THR 22L.....	43
8.2.4	Bordo pista RWY 04R - 22L.....	43
8.2.5	Fine pista RWY 04R - 22L.....	44
8.2.6	Asse pista RWY 04R e RWY 22L.....	44

8.2.7	Zona di toccata "TDZ" RWY 04R	44
8.2.8	Avvicinamento per pista RWY 22L.....	45
8.2.9	P.A.P.I. pista RWY 04R - 22L	45
8.2.10	Sentiero luminoso di avvicinamento per pista secondaria RWY 04L	45
8.2.11	Soglia THR 04L.....	46
8.2.12	Bordo pista RWY 04L – 22R	46
8.2.13	Fine pista RWY 04L – 22R.....	47
8.2.14	Asse pista RWY 04L – 22R.....	47
8.2.15	Taxi-Line.....	47
8.2.16	Stop-Bar	48
8.2.17	Red-Bar	48
8.2.18	Luci di segnalazione ingresso in pista (Runway guard light).....	49
8.2.19	Segnaletica verticale luminosa.....	49
8.2.20	Impianto di monitoraggio.....	49
8.2.21	Suddivisione impianti	50
8.3	Opere civili predisposizione impianti	53
8.3.1	Cavidotti	53
8.3.2	Pozzetti.....	54
8.3.3	Basamenti	54
8	ALLEGATO: Verifica geometrica del "Fillet" dei nuovi raccordi	54

1 **PREMESSA**

La presente relazione tecnico illustrativa è parte integrante dell'Approfondimento Progettuale inerente gli "Interventi di riqualifica e adeguamento delle infrastrutture di volo" dell'Aeroporto Marco Polo di Venezia – Tessera (LIPZ-VCE), così come previsti nel MP 2021 (codice intervento 4.14nc).

L'Approfondimento Progettuale è stato sviluppato partendo dai risultati dello Studio Aeronautico redatto dalla Società TE2C.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il presente Approfondimento Progettuale è stato redatto in ottemperanza alla Normativa vigente di carattere generale e speciale e, tra l'altro, in virtù delle seguenti disposizioni.

1. Annesso 14 ICAO - V edizione - luglio 2009.
2. Regolamento ENAC – II edizione del 21 ottobre 2003 - Emendamento 5 del 23 settembre 2008.
3. Aerodrome Design Manual - IV edizione 2005.
4. Circolare ENAC APT13A del 27 luglio 2005.
5. Circolare ENAC APT 21 del 30 gennaio 2006.
6. Circolare ENAC APT 24 del 28 luglio 2006.
7. Lettera Circolare ENAC 8375/DIRGEN/CAP del 07/02/2008 "Linee guida per l'adeguamento delle Strip aeroportuali".
8. Norma EN 1916 Tubazioni autoportanti a sezione circolare, realizzate con elementi in calcestruzzo vibro compresso.
9. Norma EN 681-1 recante disposizioni in materia per la giunzione delle tubazioni mediante giunto a bicchiere adatto a ricevere opportuna guarnizione in elastomero a struttura compatta;
10. Norma UNI EN 124 griglie e chiusini in ghisa sferoidale;
11. Norma UNI EN 858-1: "Impianti di separazione per liquidi leggeri –Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità “;
12. Norma UNI EN 858-2: "Impianti di separazione per liquidi leggeri –Scelta delle dimensioni nominali installazione, esercizio e manutenzione.”;

13. UNI EN 1433:2008: "Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità"
14. Deliberazione della Giunta Regionale della Regione Veneto" n. 2948 del 06/10/2009.
15. Ordinanza del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto. Ordinanza n.2 del 22/01/2008; Ordinanza n.3 del 22/01/2008; Ordinanza n.4 del 22/01/2008;
16. FAA Advisory Circular 150/5320-6E 'Airport pavement design and evaluation'
17. FAA Advisory Circular 150/5335-5B 'Standard method of reporting'
18. FAA Advisory Circular 150/5370-10F 'Standards for specifying construction of airports'

3 LO STATO ATTUALE

L'Aeroporto "Marco Polo" di Venezia Tesserà si trova interamente nel comune di Venezia. Il centro abitato più vicino è Tesserà (frazione di Venezia) mentre la città di Venezia dista 14Km.

Altri centri abitati nelle vicinanze sono Favaro Veneto, Campalto, Terzo, Cà Noghera (rientranti nel territorio e nella giurisdizione del Comune di Venezia) e il Comune di Quarto d'Altino con le frazioni di Altino Trepalade e Portegrandi.



Vista aerea Aeroporto "Marco Polo" – Venezia Tesserà

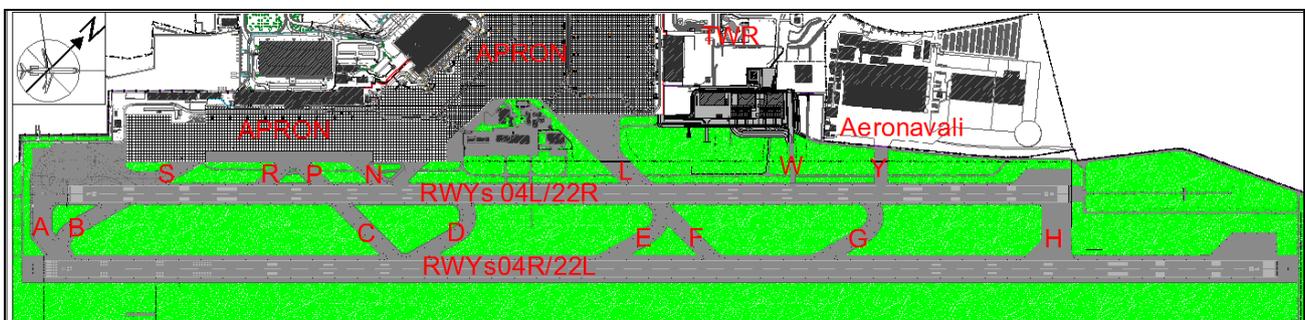
L'area circostante l'Aeroporto attualmente è adibita ad uso agricolo. Nelle aree immediatamente adiacenti al sedime aeroportuale vi è una struttura, il casinò di Cà Noghera, principalmente dedicata all'intrattenimento, alcune piccole strutture dedicate alla ricettività turistica, una centrale di betonaggio e alcune abitazioni private. In prossimità della testata pista di volo

RWY22L esiste una modesta attività artigianale destinata al rimessaggio di imbarcazioni da diporto.

E' importante segnalare la presenza di infrastrutture stradali quali via Orlanda, via Triestina SS14 e la bretella dell'autostrada A27. In prossimità della testata pista di volo RWY22R è presente l'infrastruttura del reparto elicotteri della Polizia di Stato, mentre in prossimità del piazzale riservato agli aeromobili di aviazione generale, vi è un punto di attracco per battelli e motoscafi che svolgono un servizio navetta per Venezia. L'unico stabilimento industriale di rilevante interesse è quello della società Officine Aeronavali ubicato in prossimità della testata pista di volo 22R.

L'Aeroporto "Marco Polo" di Venezia - Tessera è ubicato lungo una propaggine di terra bonificata e quindi sottratta alla laguna veneta su cui si affaccia. L'Aeroporto è posizionato a 45° 30' 19" di latitudine nord e 12° 21' 07" di longitudine est (WGS84), la sua altitudine di riferimento è di circa 2.00m sul livello del mare (7 piedi) e la temperatura di riferimento è di 27.50°C (81.50F).

L'Aeroporto "Marco Polo", attivo 24 ore su 24, è identificato dall'ICAO (International Civil Aviation Organization) con la sigla LIPZ ed è classificato dalla stessa organizzazione come un aeroporto civile di categoria 4E (annesso 14 ICAO). La IATA identifica l'aeroporto con la sigla VCE. L'Aeroporto dispone di un sistema di atterraggio strumentale di precisione (ILS) di categoria IIIB per pista di volo RWY04R oltre ad un VOR+DME ed un NDB ed il tipo di traffico consentito è IFR/VFR.



Layout delle infrastrutture di volo – Stato Attuale

Il lato air side dell'Aeroporto "Marco Polo" è dotato di due piste di volo parallele e distanti tra loro 202.00m. Tale vicinanza non permette il loro utilizzo contemporaneo per operazioni di volo in termini di atterraggi e/o decolli. L'Aeroporto è dunque da considerarsi operativamente a pista di volo singola, potendo utilizzare alternativamente e solo o l'una o l'altra in condizioni particolari (lavori di manutenzione ordinaria/straordinari ecc).

La pista di volo principale, RWYs 04R/22L, è utilizzata prevalentemente nella direzione 04-22 con atterraggi e decolli per RWY04R (in considerazione anche del fatto che il vento più frequente è proveniente da nord-est).

La pista di volo principale presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- lunghezza 3300.00m;
- larghezza 45.00m;
- larghezza fasce antipolvere, shoulder, circa 15.00m (per lato);
- sovrastruttura di tipo flessibile su tutta la pista di volo ad eccezione della zona di testata 04R che presenta una pavimentazione rigida in lastre di calcestruzzo per una lunghezza di 450.00m.

Nella tabella seguente si riportano le distanze dichiarate delle RWYs 04R/22L come da pubblicazioni AIP-Italia (aggiornamento Maggio 2012).

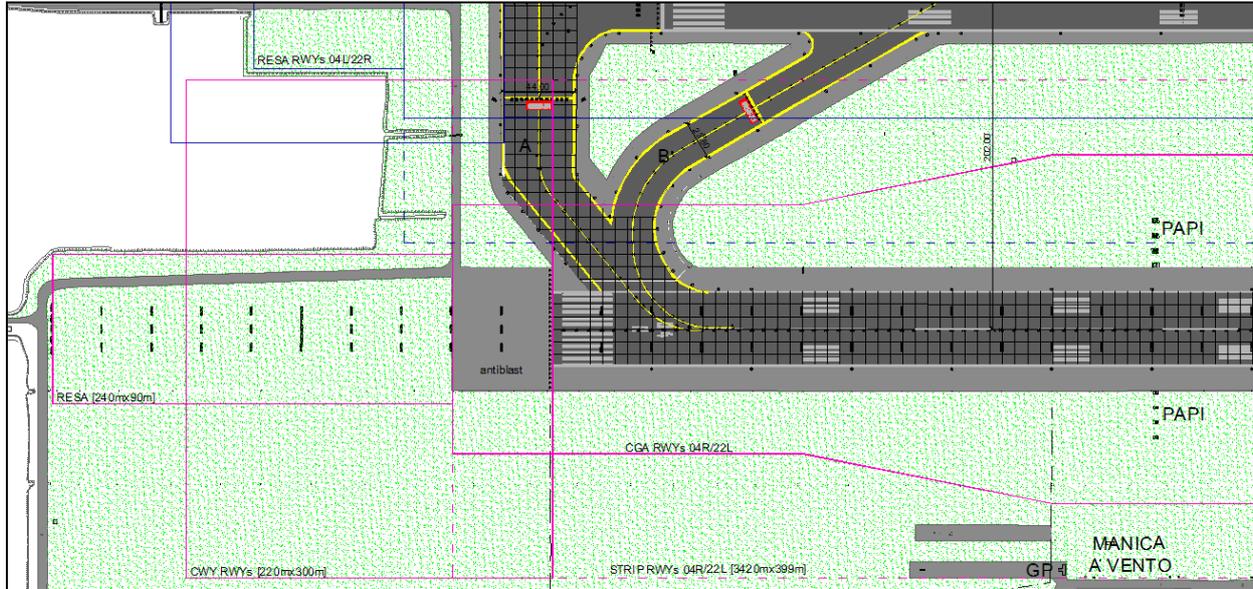
RWY	TORA [m]	TODA [m]	ASDA [m]	LDA [m]
04R	3300	3520	3300	3300
22L	3300	3520	3300	3300
Start Point INT TAKE-OFF H*	2650	2870	2650	-

* Gli intersection Take-off sono utilizzabili soltanto su richiesta del pilota o su richiesta della TWR previo benestare del pilota

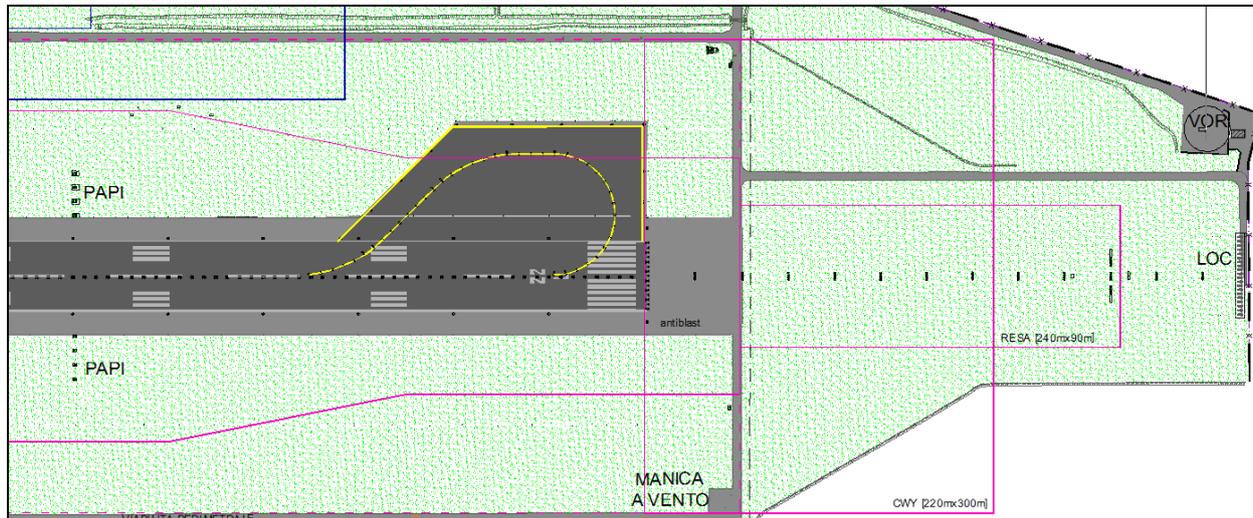
Per quanto concerne la dotazione impiantistica la pista di volo principale RWYs 04R/22L presenta i seguenti impianti AVL:

- luci di soglia e fine pista di volo;
- luci di asse pista di volo di colore bianco con segnali posti ogni 7.50m;
- luci di bordo pista di volo di colore bianco con segnali posti ogni 60.00m;
- luci della zona di toccata (estesa 900.00m), per RWY04R, composta da 30 coppie di barrette, ognuna costituita da 4 segnali, ed intervallate ogni 30.00m;
- sentiero di avvicinamento CAT III (900.00m) per THR04R;
- sentiero di avvicinamento SALS (360.00m) per THR22L;
- PAPI doppia barra (sx-dx) per entrambe le piste;
- lead in – lead out per i raccordi di ingresso/uscita dalla pista di volo.

La superficie di sicurezza RESA ha dimensioni 240mx90m sia sul lato THR04R che sul lato THR22L come si può vedere dalle seguenti immagini. Oltre il fine pista di volo sono inoltre presenti le clearway di dimensioni 220mx300m per RWY22L e 220mx300m per RWY04R.



RESA, CWY lato THR04R – Stato Attuale



RESA, CWY lato THR22L – Stato Attuale

Quest'ultimo stralcio planimetrico dello stato attuale evidenzia inoltre la presenza della "turn pads" in corrispondenza della THR22L.

La pista di volo secondaria, parallela a quella principale e denominata RWYs 04L/22R, è utilizzata prevalentemente come via di rullaggio (main taxiway) e, in caso di chiusura della pista di volo principale, come pista di volo. La RWYs 04L/22R presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- lunghezza 2780.00m;
- larghezza 45.00m;
- larghezza fasce antipolvere, shoulder, circa 7.50m;

- la THR04L è spostata in modo permanente rispetto al fine pista RWY22R di 94.00m.
- la sovrastruttura è di tipo flessibile su tutta la pista di volo;

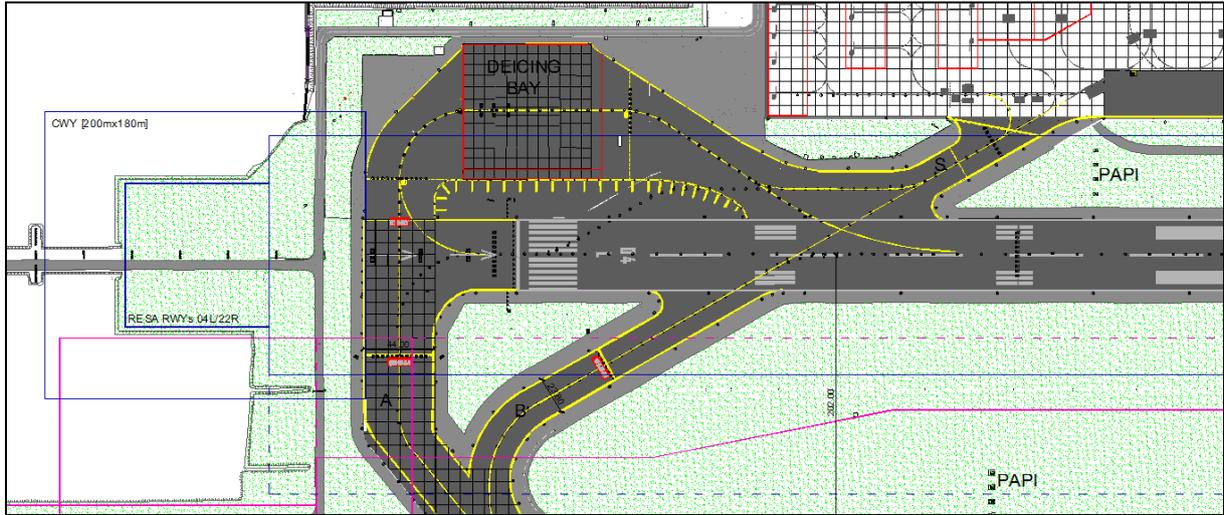
Nella tabella seguente si riportano le distanze dichiarate delle RWYs04R/22L come da pubblicazioni AIP-Italia (aggiornamento Maggio 2012).

RWY	TORA [m]	TODA [m]	ASDA [m]	LDA [m]
04L	2780	3140	2780	2686
22R	2780	2980	2780	2780

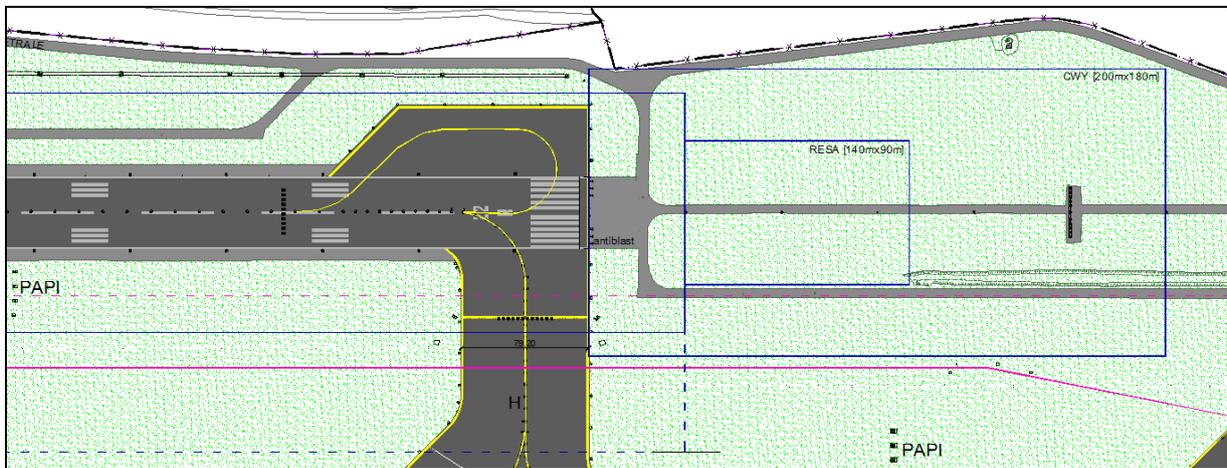
Per quanto concerne la dotazione impiantistica la pista di volo secondaria presenta i seguenti impianti AVL:

- luci di soglia e fine pista;
- luci d'asse di colore verde (taxiway) con segnali posti ogni 15.00m, tali luci vengono spente nel momento in cui l'infrastruttura non è utilizzata come via di rullaggio ma come pista di volo (in questo caso non si hanno dunque luci d'asse):
- le luci di bordo sono realizzate con segnali twin light bianco/blu (pista di volo/via di rullaggio) posti ogni 60.00m;
- barre di arresto intermedie ad intervallo variabili necessarie per l'attuazione del sistema SMGCS. Tali barre di arresto sono costituite da 10 segnali bidirezionali con luci rosse.
- sentiero di avvicinamento CAT I (690.00m) per THR04L;
- sentiero di avvicinamento SALS (420.00m) per THR22R;
- PAPI sul lato sinistro per entrambe le piste;
- lead in – lead out per i raccordi di ingresso/uscita dalla pista di volo.

La superficie di sicurezza RESA ha dimensioni 90mx90m sul lato THR04L e 140mx90m sul lato THR22R come si può vedere dalle seguenti immagini. Tali dimensioni, in virtù della categoria dell'Aeroporto, non rispondono alle indicazioni del Regolamento ENAC che, per un Aeroporto di codice 4 come quello di Venezia, prevede una RESA pari a 240mx150m. Oltre il fine pista sono inoltre presenti le clearway di dimensioni 200mx180m per RWY22R e 360mx180m per RWY04L.



RESA, CWY lato THR04L – Stato Attuale

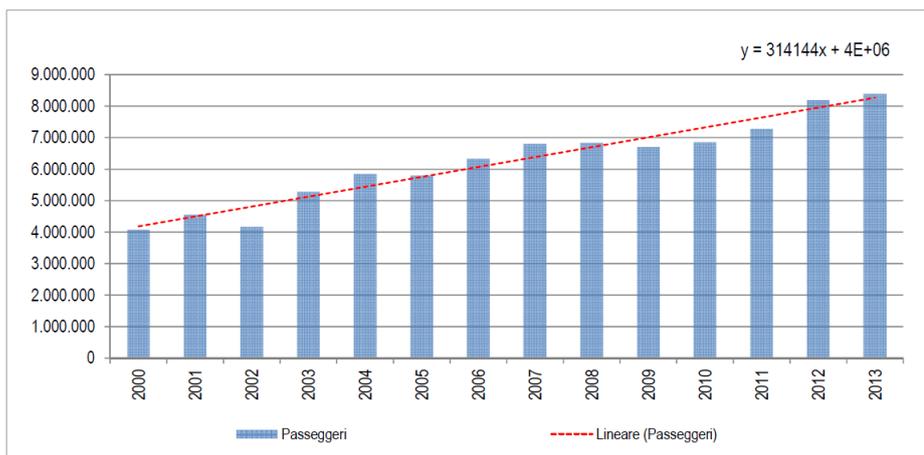


RESA, CWY lato THR04R – Stato Attuale

I due stralci planimetrici dello stato attuale evidenziano inoltre la presenza della piazzola deicing in prossimità della THR04L e della turn pads in corrispondenza della THR22R.

Negli ultimi anni l'Aeroporto "Marco Polo" ha registrato un notevole sviluppo del traffico aereo commerciale sia in termini di movimenti che di passeggeri, come si evince dai seguenti grafici e tabelle estratti dai dati di traffico ENAC e riferiti all'anno 2013.

Anno	Passeggeri	
	n.	Var. %
2000	4.072.116	9,0%
2001	4.552.668	11,8%
2002	4.170.060	-8,4%
2003	5.282.385	26,7%
2004	5.846.947	10,7%
2005	5.799.321	-0,8%
2006	6.328.514	9,1%
2007	6.804.356	7,5%
2008	6.832.823	0,4%
2009	6.701.689	-1,9%
2010	6.854.627	2,3%
2011	7.280.000	6,2%
2012	8.187.000	12,5%
2013	8.388.475	2,5%



Traffico storico e linea di tendenza

¹ Per un confronto con i dati a consuntivo, si deve ricordare che i dati del 2011 (circa 8,5 milioni di passeggeri) riportati nel capitolo 10 comprendono il traffico di Treviso, dirottato a Venezia da giugno a dicembre 2011. La tabella qui sopra, invece, riporta per il 2011 il dato che afferisce al solo traffico di Venezia, al netto del traffico dirottato da Treviso.

Il Master Plan 2021 conferma una tendenza similare di crescita nel medio periodo del numero di passeggeri/movimenti e mette, inoltre, in luce come questa sia destinata a mantenersi tale per tutto il periodo di indagine (2012-2021).

Nelle seguenti tabelle, estratte da Master Plan 2021, si riportano a tal proposito le previsioni di traffico di cui sopra:

ANNO	Pax Totali		Passeggeri Schengen		Passeggeri Extra-Schengen		
	n. pax	n. pax	S/ES [%]	Grown [%]	n. pax	S/ES [%]	Grown [%]
2013	8.388.475	5.941.836	70,8%	-0,9%	2.446.639	29,2%	11,5%
2014	8.690.460	6.043.366	69,5%	1,7%	2.647.094	30,5%	8,2%
2015	9.090.221	6.143.109	67,6%	1,7%	2.947.113	32,4%	11,3%
2016	9.581.093	6.336.626	66,1%	3,2%	3.244.467	33,9%	10,1%
2017	9.983.499	6.489.646	65,0%	2,4%	3.493.854	35,0%	7,7%
2018	10.382.839	6.639.182	63,9%	2,3%	3.743.657	36,1%	7,1%
2019	10.798.153	6.853.431	63,5%	3,2%	3.944.722	36,5%	5,4%
2020	11.230.079	7.082.641	63,1%	3,3%	4.147.437	36,9%	5,1%
2021	11.600.671	7.243.351	62,4%	2,3%	4.357.320	37,6%	5,1%
CAGR				2,5%			7,5%

Traffico commerciale - ripartizione pax Shengen ed extra Shengen

ANNO	Totali		Schengen		Extra-Schengen	
	Mov	Grown [%]	Mov	Grown Mov [%]	Mov	Grown Mov [%]
2013	72.815	-5,4%	54.089	-	18.726	-
2014	73.214	0,5%	53.792	-0,5%	19.422	3,7%
2015	75.673	3,4%	54.680	1,7%	20.993	8,1%
2016	79.060	4,5%	56.402	3,2%	22.658	7,9%
2017	81.516	3,1%	57.477	1,9%	24.039	6,1%
2018	84.012	3,1%	58.509	1,8%	25.503	6,1%
2019	86.835	3,4%	60.096	2,7%	26.739	4,8%
2020	89.770	3,4%	61.797	2,8%	27.973	4,6%
2021	92.128	2,6%	62.885	1,8%	29.243	4,5%
CAGR		2,5%		1,6%		4,5%

Movimenti aerei - ripartizione pax Schengen ed extra Schengen (solo av. commerciale)

ANNO	MOVIMENTI					
	Av. Generale		Commerciale		Totale	
	mov/y	%	mov/y	%	mov/y	%
2013	6.247		72.815		79.062	
2014	6.747	8,0	73.214	0,5	79.960	1,1
2015	7.084	5,0	75.673	3,4	82.757	3,5
2016	7.297	3,0	79.060	4,5	86.357	4,4
2017	7.516	3,0	81.516	3,1	89.032	3,1
2018	7.741	3,0	84.012	3,1	91.753	3,1
2019	7.973	3,0	86.835	3,4	94.809	3,3
2020	8.212	3,0	89.770	3,4	97.983	3,3
2021	8.418	2,5	92.128	2,6	100.545	2,6
CAGR		3,8		3,0		3,1

Scenario di traffico movimenti assunto (av. Commerciale + av. Generale)

Sotto il profilo della composizione dello spettro di traffico, ad oggi, il traffico aa/mm è costituito per la quasi totalità da aeromobili di codice C, con minoritaria presenza di aeromobili di elevato tonnellaggio.

Tuttavia, l'incremento di movimenti previsto nel Master Plan 2021 sarà dovuto solo in parte ad un aumento del numero di passeggeri lungo le rotte già servite ma soprattutto dal traffico intercontinentale realizzato con aa/mm di codice D, E e (potenzialmente) F.

Gli interventi infrastrutturali previsti nel presente Approfondimento Progettuale sono volti, in definitiva, a far fronte all'incremento del traffico aereo dello scalo di Venezia, accentuando, in particolar modo, la sua vocazione internazionale ed intercontinentale.

4 INTERVENTI DI PROGETTO

Alla luce di quanto emerso nello Studio Aeronautico e dalle previsioni di sviluppo previste nel Master Plan 2021 è stato individuato un quadro di interventi in grado di soddisfare i fabbisogni infrastrutturali individuati e qui riepilogati

Anno	TRAFFICO COMMERCIALE			AVIAZIONE GENERALE
	Mov/h	di cui Shengen	di cui extra Shengen	Mov/h
2013	26	19	7	4
2014	26	19	7	4
2015	27	20	7	4
2016	28	21	7	4
2017	29	21	7	4
2018	29	22	8	4
2019	30	23	8	4
2020	31	23	8	5
2021	32	24	8	5

Movimenti per ora scenario medio (Fonte: MP 2021, pag. 91)

Il Progetto concerne l'attuazione di alcuni interventi razionalizzati e coordinati di riqualifica e potenziamento delle infrastrutture di volo esistenti mediante la realizzazione sequenziale di opere e misure ad elevata valenza strategica sotto il profilo capacitivo, in grado di assicurare i livelli di servizio prefissati dal Piano Nazionale degli Aeroporti e dal Master Plan 2021, con ampia flessibilità nei riguardi di successive possibili implementazioni successive al 2021.

I principali interventi di progetto sono qui riepilogati:

- riqualifica della pista principale con allargamento del corpo portante dagli attuali 45 m a 60 m;
- realizzazione di n. 3 bretelle ad alta velocità per atterraggi su RWY 04R;
- riconfigurazione dei raccordi di testa 04R e 22L con realizzazione di Holding Bay di idonee geometrie (Cod. E vs. Cod. D);
- prolungamento della Main Taxiway fino alla testata 22L;
- depenalizzazione della soglia 04L e conseguente adeguamento normativo della RESA 22R;
- realizzazione della bretella M (ex "bretella R5");
- realizzazione del nodo TN presso area ex Caserme VVF/GdF;
- realizzazione della controvia di rullaggio nord TN 1° stralcio;
- riconfigurazione della De-Icing Bay in maniera coordinata con la HB di testata 04R e con il futuro raddoppio delle postazioni (previsto in Fase 2).

La maggiore efficienza del sistema di circolazione a terra – corroborata dalla realizzazione di bretelle ad alta velocità per l'uscita dalla pista e dalla riconfigurazione delle bretelle di accesso

alla pista (sia in testata 04R che in testata 22L) - si trasferisce nella possibilità di efficientare anche la gestione dello spazio aereo, comportando un incremento della produttività della pista dagli attuali 30 ai 34 futuri movimenti/ora (+13%).

L'impatto diretto dell'intervento si trasferisce a monte anche sulla possibilità di riduzione delle separazioni tra operazioni successive rispetto alle attuali 5 MN e 8 MN tra due arrivi successivi* (rispettivamente *in assenza* ed *in presenza* di aeromobili al punto attesa al decollo), incoraggiando anche l'attrattività commerciale ed operativa dello scalo.

5.1 RWYs 04R/22L

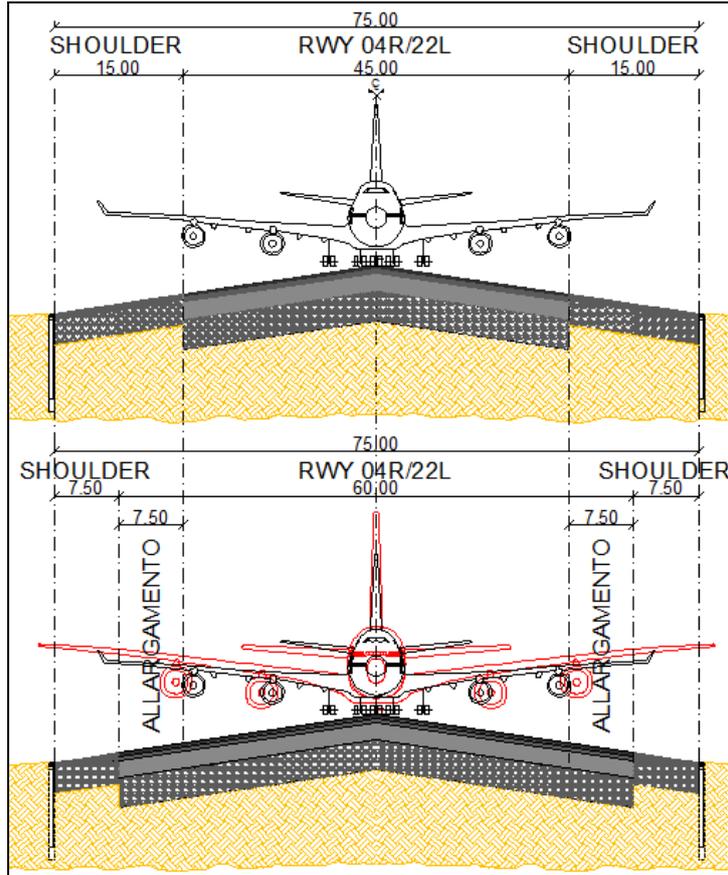
Per la RWYs 04R/22L è previsto l'allargamento del suo corpo portante dagli attuali 45.0m a 60.0m in modo da poter accogliere anche aeromobili wide body di codice F come l'A380 e il B747-8 destinati a voli intercontinentali.

Tale allargamento risulta altresì giustificato dalla demolizione quasi completa del bordo nord della pista di volo a seguito della realizzazione del nuovo sistema di raccordi di uscita rapida che serviranno la pista di volo principale in sostituzione di quelli esistenti.

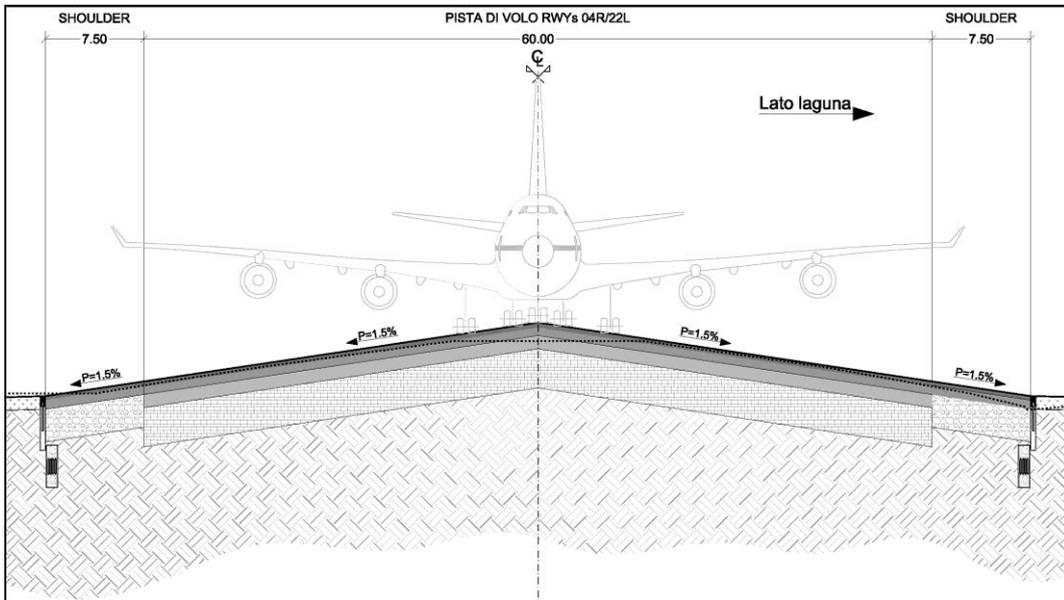
La sezione tipo evidenzia come tale allargamento del corpo portante avverrà a parità di larghezza totale del pavimentato, 75.0m.

La sezione tipo sarà pertanto costituita da un corpo portante di larghezza pari a 60.0m e da shoulders laterali di larghezza pari a 7.5m ciascuna. La configurazione della sezione trasversale è a schiena d'asino con pendenza trasversale pari all'1.5%.

* La riduzione delle separazione è connessa anche all'installazione del secondo radar di terra da parte di ENAV.



Allargamento del corpo portante della pista di volo principale RWYs 04R/22L



Sezione tipo della pista di volo principale RWYs 04R/22L

Dal punto di vista altimetrico la pista di volo principale presenterà nella sua nuova configurazione delle quote progetto del tutto analoghe a quelle attuali e comunque mai inferiori a 2.0m. In particolare:

- quota progetto THR 04R/fine pista RWY 22L: 2.10m
- quota progetto THR 04R/fine pista RWY 22L: 2.06m

Sempre su tale infrastruttura è previsto il rifacimento delle pavimentazioni sia del corpo portante (allargato) che delle shoulders. Queste ultime avranno per tutto il loro sviluppo una sovrastruttura di tipo flessibile mentre il corpo portante, allargato a 60.0m, presenterà i seguenti tipi di pavimentazione lungo lo sviluppo della pista di volo:

PROGRESSIVA DA THR 04R [m]	PAVIMENTAZIONE DEL CORPO PORTANTE DELLA PISTA DI VOLO PRINCIPALE
0+000 -> 0+450	RIGIDA
0+450 -> 2+895	FLESSIBILE
2+895 -> 3+300	RIGIDA

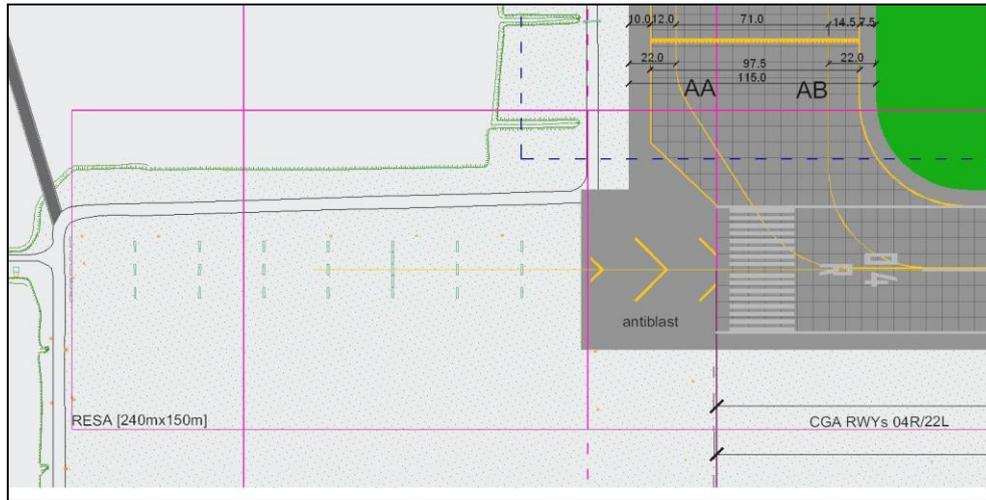
Altro intervento riguardante questa infrastruttura consiste nel rifacimento di tutta l'idraulica di piattaforma attraverso l'inserimento di canalette idrauliche ai bordi esterni delle shoulders.

Dal punto di vista impiantistico è previsto:

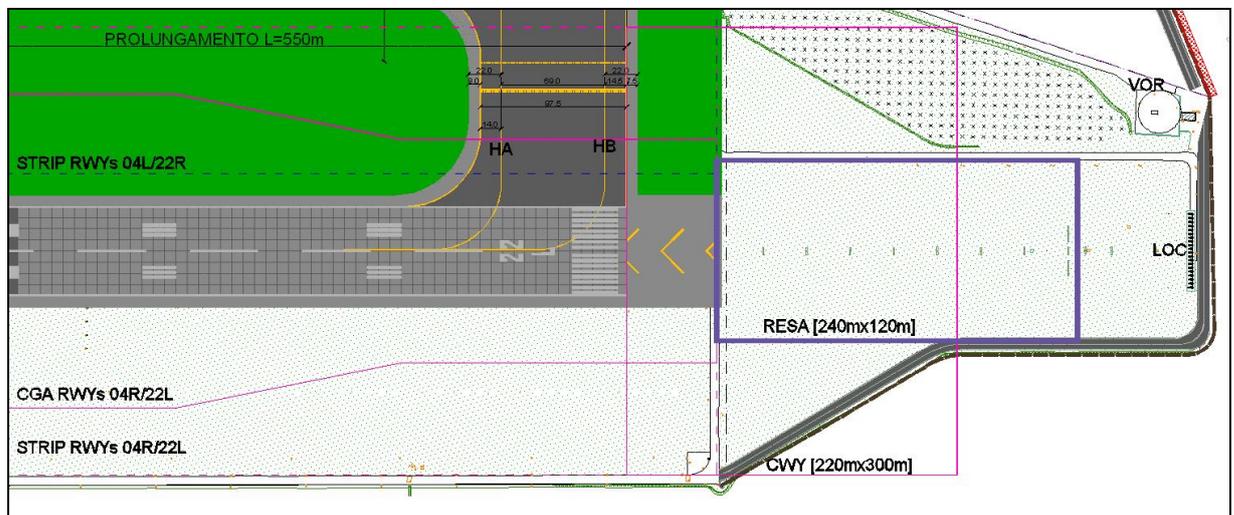
- Il rifacimento e prolungamento del sentiero di avvicinamento della RWY 22L dagli attuali 360m circa fino a 420m. Detto prolungamento comporterà l'inserimento di due ulteriori barrette di segnali di cui una a ridosso della esistente recinzione e l'altra, eventualmente su traliccio, in area barenosa;
- Sostituzione dei segnali del sentiero di avvicinamento RWY 04R;
- Nuovi impianti AVL: *Sostituzione di tutti i segnali di bordo, della TDZ, delle soglie e del fine pista. Saranno sostituiti anche tutti i segnali dell'asse pista luminoso che verrà inoltre incrementando, nella direzione 22L-04R, da un interasse attuale di 30m a 15m. La sostituzione comprende anche il rifacimento di tutte le opere civili necessarie per detti segnali e i relativi circuiti di alimentazione ovvero cavidotti, pozzetti, chiusini compreso il drenaggio degli stessi.*
- Spostamento del PAPI esistente in nuova posizione in conseguenza dell'allargamento del corpo portante;

Sempre con riferimento alla pista di volo principale si procederà all'adeguamento normativo delle due RESA che attualmente da pubblicazione AIP-Italia (aggiornamento - Ottobre 2012) hanno entrambe larghezza di 90m e lunghezza di 240m.

La RESA della RWY 22L sarà allargata a 150m facendola coincidere pertanto con la larghezza della CGA mentre la RESA della RWY 04R sarà allargata fino a 120m. Tale differenza è legata ai vincoli fisici presenti in testata 22L ove a causa della vicina laguna e della futura viabilità perimetrale di servizio/ispezione non è possibile portarla alla larghezza della CGA e quindi sarà portata al valore minimo fissato dal Regolamento ENAC ovvero il doppio della larghezza della pista di volo (divenuta 60.0m a seguito dell'allargamento).



Nuova RESA RWY 22L



Nuova RESA RWY 04R

5.2 RWYs 04L/22R

La pista di volo secondaria sarà interessata da un prolungamento lato testata 22L di 550m fino a raggiungere una lunghezza complessiva di 3330m. Nella prima fase (fino al 2021), il prolungamento riguarderà l'infrastruttura esclusivamente ad uso taxiway (via di rullaggio),

mentre l'adeguamento del prolungamento in parola ad uso "pista di volo" è rinviato ad un orizzonte successivo al 2021 e dunque non oggetto del presente Approfondimento Progettuale.

In testata 04L, invece, è previsto in progetto l'azzeramento dell'attuale decalamento della soglia THR 04L, oggi spostata di 94m circa, in modo da farla coincidere con il fine pista RWY 22R.

La nuova posizione della soglia THR 04L risulta dunque arretrata di circa 30m rispetto alla soglia THR 04R della pista di volo principale.

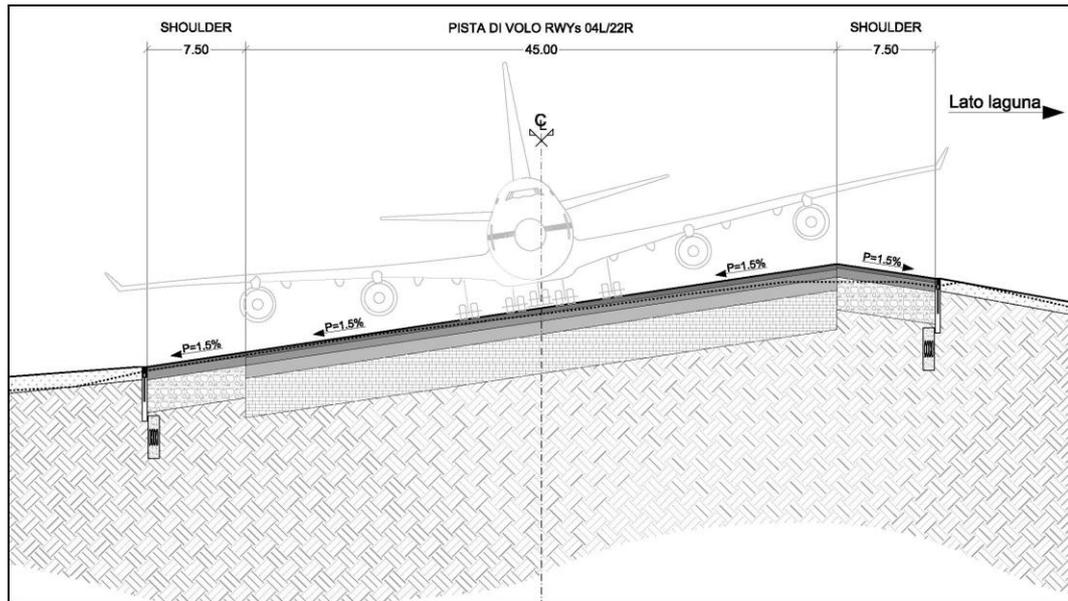
Tale spostamento è stato dettato dalle seguenti esigenze:

- Uniformare le due soglie 04 in termini di procedure di avvicinamento;
- Lasciare la possibilità di poter utilizzare, qualora non si optasse per una soluzione campale, la GP esistente anche per la pista di volo secondaria previo adeguamento delle frequenze nel caso in cui la pista di volo principale è chiusa;
- Fornire al pilota una maggior chiarezza dell'informazione che data la vicinanza della De-Icing sarebbe risultata compromessa.

La pista di volo secondaria possiede attualmente e continuerà ad avere anche a compimento di tutti gli interventi previsti nel presente progetto una Strip non simmetrica; in particolare la semi-Strip lato laguna è larga 150m mentre quella lato terra, verso il piazzale aeromobili, ha una larghezza di 75m, coincidendo praticamente con la CGA. La pista di volo secondaria manterrà le attuali dimensioni trasversali con corpo portante di larghezza pari a 45.0m e shoulders laterali di larghezza pari a 7.5m ciascuna.

Ha dunque una sezione trasversale tale da permettere il rullaggio, nel caso in cui essa funga da taxiway, da parte di aeromobile fino al codice F e le operazioni di decollo/atterraggio, nel caso in cui essa funga da pista di volo, da parte di un aeromobile fino al codice E.

La sezione avrà una configurazione trasversale anch'essa in continuità con l'esistente con un'unica falda larga 52.5m (corpo portante e shoulder) inclinata verso il lato terra con pendenza trasversale pari all'1.5%. La shoulder lato laguna sarà invece in contropendenza con pendenza trasversale sempre pari all'1.5%.



Sezione tipo pista di volo secondaria RWYs 04L/22R

Dal punto di vista altimetrico l'infrastruttura presenterà nella sua nuova configurazione delle quote progetto simili a quelle attuali e comunque mai inferiori a 2.0m. Anche il tratta di nuova realizzazione (prolungamento pista) manterrà sostanzialmente lo stesso andamento altimetrico. In particolare:

- quota progetto THR 04L/fine pista RWY 22R: 2.05m
- quota progetto THR 04L/fine pista RWY 22R: 2.00m

Per quanto riguarda le nuove pavimentazioni anche per questa infrastruttura è prevista una pavimentazione di tipo flessibile per la shoulder mentre per il copro portante è prevista sia una sovrastruttura rigida che flessibile come riportato in tabella:

PROGRESSIVA DA THR 04L [m]	PAVIMENTAZIONE CORPO PORTANTE
0+000 -> 0+436	RIGIDA
0+436 -> 3+330	FLESSIBILE

Si prevede inoltre l'adeguamento della RESA RWY 22R che dagli attuali 90mx90m sarà portata a 240mx150m in ottemperanza con quanto stabilito dal Regolamento ENAC.

Conseguentemente all'arretramento della soglia 04L è prevista in progetto la realizzazione dell'ANTIBLAST lato THR 04L di lunghezza pari a 63m e larghezza pari a 60m.

Anche per questa infrastruttura è previsto il rifacimento di tutta l'idraulica di piattaforma attraverso l'inserimento di canalette idrauliche al bordo delle shoulder interna (lato terra).

Dal punto di vista impiantistico si prevede:

- Il rifacimento e prolungamento del sentiero di avvicinamento RWY 04L dagli attuali 600m circa a 720m. Tale prolungamento comporterà l'inserimento ulteriori 3 barrette luminose.
- Spostamento della soglia THR 04L che coinciderà con il fine pista RWY 22R;
- Nuovi impianti AVL;
- Rifacimento della soglia 04L;
- Rifacimento della segnaletica di bordo pista con recupero dei twin light esistenti (ogni 60m). Nuovo asse di taxi lane con riutilizzo parziale dei segnali esistenti (ogni 15m), realizzazione dell'asse luminoso (center line) con segnali bidirezionali spazati ogni 30m.
- Installazione dei due sistemi PAPI esistenti in nuova posizione in conseguenza dello spostamento della soglia THR 04L e del prolungamento della pista lato testata 22R.
- Asse luminoso con segnali a semilivello a luce bianca ogni 30m (per entrambe le piste di volo ovvero RWY04L e RWY22R);
- Flash sul sentiero di avvicinamento ogni 30m per tutta la sua lunghezza di 720m;

5.3 La via di rullaggio TN

Unitamente al prolungamento della pista di volo secondaria altro intervento progettuale di elevata importanza strategica, ai fini del potenziamento dello scalo veneziano, è la realizzazione di una seconda via di rullaggio anch'essa parallela alle due infrastrutture di volo esistenti.

La realizzazione di una via di rullaggio a nord della pista di volo secondaria nasce, tra l'altro, dall'esigenza di garantire adeguati standard capacitivi dello scalo anche nei periodi in cui la pista di volo principale è chiusa. Tale evenienza si avrà a regime durante le attività di manutenzione (sgommatura, manutenzione, sostituzione/riparazione segnali luminosi, rifacimento segnaletica orizzontale ecc) e nel periodo transitorio durante i lavori di riqualifica previsti nel presente Approfondimento Progettuale (allargamento del corpo portante da 45m a 60m, realizzazione nuova pavimentazione rigida/flessibile, nuovi impianti AVL ecc).

Da un punto di vista geometrico la nuova via di rullaggio TN corre parallelamente alle piste di volo collegando la piazzola de-icing lato testate 04 al raccordo W in corrispondenza dell'attuale raccordo G della pista di volo principale, prestandosi ad eventuale futuro prolungamento fino alla testata 22.

La distanza tra l'asse di questa nuova infrastruttura e le piste di volo è riportata in tabella.

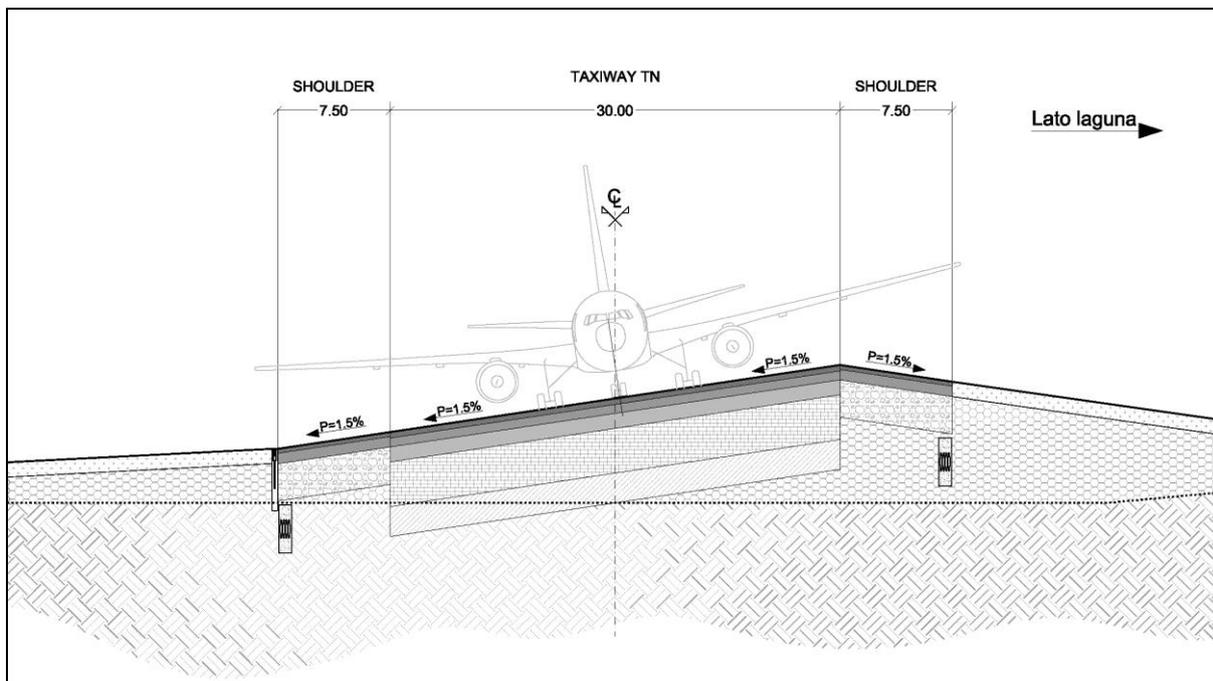
asse TN – asse pista di volo secondaria RWYs 04L/22R	asse TN – asse pista di volo principale RWYs 04R/22L
118m	320m

L'accesso alla Testata 04L avviene, dunque, direttamente dalla piazzola de-icing mentre quello alla Testata 04R attraverso il raccordo AA.

Nel primo tratto, lungo 1660m circa e compreso tra la piazzola de-icing ed il futuro raccordo P (attuale L), la TN è saldata al piazzale aeromobili svolgendo il ruolo di vera e propria taxi lane di scorrimento a differenza dei 650 m successivi in direzione nord in cui la TN diventa taxiway propriamente detta con corpo portante autonomo.

La via di rullaggio presenta una larghezza complessiva di 45.0m composta da un corpo portante largo 30.0m e da due shoulders poste ai lati larghe 7.50m ciascuna. Una siffatta sezione trasversale è dunque tale da permettere il transito di aeromobili fino al codice E. La Strip della TN si estende simmetricamente rispetto all'asse per una larghezza di 47.5m.

La sezione trasversale, tra la progressiva 0+000 e 1+945, ha una configurazione a monofalda, larga 37.5m (corpo portante e shoulder lato terra), inclinata verso il lato terra con pendenza dell'1.5%. La shoulder lato laguna è invece in contropendenza anch'essa con pendenza dell'1.5%



Sezione tipo della via di rullaggio TN nel tratto compreso tra il raccordo N ed il raccordo J

La configurazione della sezione trasversale è stata volutamente scelta a “falda unica”, rivolta verso il lato terminal, in modo da limitare l’entità delle opere idrauliche di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche di piattaforma.

Dal punto di vista altimetrico la via di rullaggio presenta un andamento meno regolare rispetto alle piste di volo in considerazione della necessità di assecondare i vincoli geometrici esistenti.

Livellotta	Prog. Inizio [m]	QPi [m]	Prog. Fine [m]	QPf [m]	L [m]	i [%]
1	273,38	2,00	1391,91	1,82	1118,53	0,02
2	1391,91	1,82	1944,93	1,67	553,02	0,03
3	1944,93	1,67	2555,57	1,50	610,64	0,03
4	2555,57	1,50	3064,77	1,53	509,20	0,01
5	3064,77	1,53	3621,61	2,12	556,84	0,11

In particolare nel primo tratto, compreso tra la piazzola de-icing ed il raccordo P, la configurazione della sezione trasversale e le quote progetto dell’asse sono state adattate a quelle dell’Apron esistente e della porzione di nuova realizzazione. In questo tratto la sezione trasversale è sempre monofalda ma con pendenza verso la laguna dell’1.5%.

Nel restante tratto il profilo dell’infrastruttura è vincolato alle pre-esistenze anche nella prospettiva di un eventuale prolungamento a nord oltre il 2021.

Come detto in precedenza, la realizzazione di una via di rullaggio parallela a NORD della pista di volo secondaria nasce, tra l’altro, dall’esigenza di garantire la normale operatività dello scalo anche nei periodi in cui la pista di volo principale è chiusa.

La realizzazione di questa nuova infrastruttura permetterà anche di ottimizzare la circolazione al suolo degli aeromobili nella condizione operativa standard ossia di utilizzo della pista di volo principale per le operazioni di decollo ed atterraggio.

In tale caso, infatti, si avranno a servizio della pista di volo principale due vie di rullaggio parallele: la TN e la TS (pista di volo secondaria). Il vantaggio principale di una siffatta dotazione infrastrutturale è rappresentato dalla possibilità di gestire ed ottimizzare il traffico sulle taxiway in funzione dei percorsi di rullaggio che i velivoli devono seguire da/verso gli stand di sosta di partenza/destinazione.

In merito sono state effettuate nell’ambito dello Studio Aeronautico considerazioni ed ipotesi sulla circolazione al suolo degli aeromobili in funzione dei quadranti del piazzale di sosta da servire. Tali valutazioni sono indispensabili in quanto in condizioni standard (pista di volo principale

in uso come RWY) il numero di movimenti che il sistema aeroportuale è in grado di esprimere risulta essere quasi doppio di quello ottenibile con pista di volo secondaria utilizzata come RWY.

Viene da sé che, a parità di capacità della pista di volo (di fatto fissa), è indispensabile ottimizzare il rullaggio a terra dei velivoli in modo tale da evitare “colli di bottiglia” che potrebbero compromettere la piena capacità dell’intero sistema creando “intasamenti” e quindi rallentamenti nelle operazioni di ingresso/uscita (attracco/partenza) degli aeromobili.

La filosofia qui perseguita, del raddoppio delle vie di rullaggio, sta trovando sempre più negli ultimi anni numerosi esempi applicativi in ambito nazionale e non. A solo titolo di esempio, anche lo scalo di Fiumicino, infatti, ha tra gli interventi di breve periodo quello del raddoppio della via di rullaggio B a servizio della pista di volo RWYs 07/25.

Proprio la mancanza di una doppia via di rullaggio costituisce principale motivo per il quale l’Aeroporto di Malpensa non è in grado di esprimere volumi di traffico adeguati, per le ricadute che tale mancanza ha sulla capacità complessiva del sistema.

Per quanto riguarda la regimentazione delle acque meteoriche superficiali provenienti dalle aree pavimentate, data la conformazione della sagoma trasversale con falda principale (shoulder e corpo portante) pendente lato laguna nel primo tratto e lato terra nel secondo tratto si prevede di realizzare la raccolta tramite una dorsale lineare posta in margine alla shoulder più bassa.

Dal punto di vista impiantistico per la via di rullaggio è prevista la realizzazione dell’impianto voli notturni e la predisposizione dell’SMGS. In particolare saranno inserite luci di bordo blu ogni 60m, luci d’asse verde con interasse non superiore a 15m e l’inserimento delle Stop bar per l’SMGS. Realizzazione della segnaletica verticale luminosa.

5.4 Ampliamento APRON

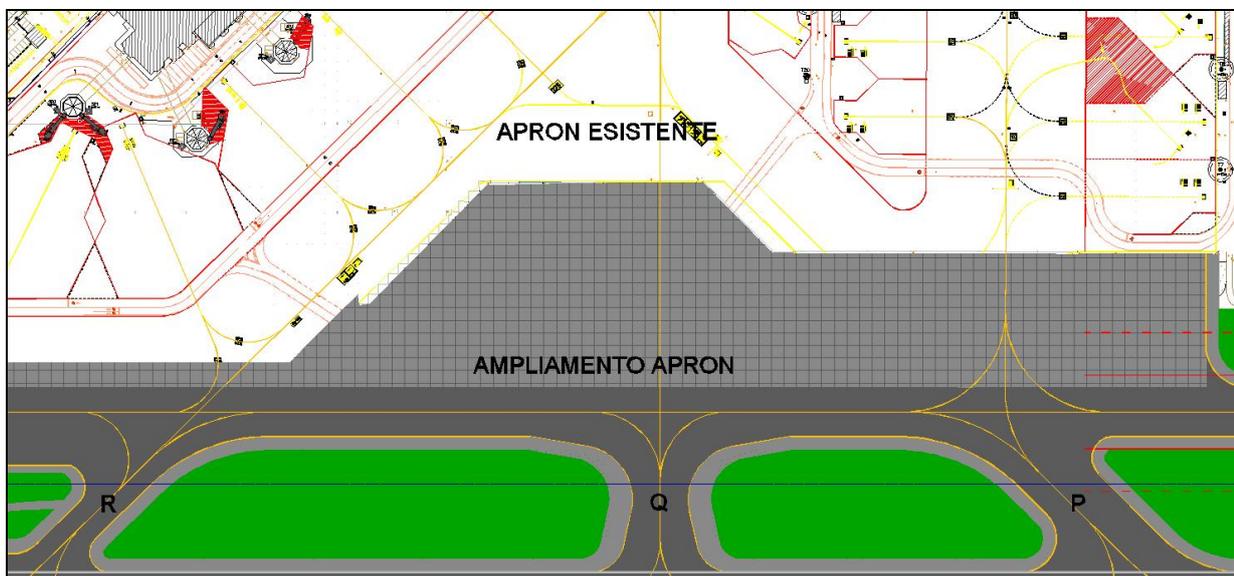
In progetto è previsto nell’area attualmente occupata dagli edifici ospitanti la caserma del distaccamento aeroportuale dei Vigili del Fuoco e quella della Guardia di Finanza il transito della nuova via di rullaggio parallela TN e l’ampliamento dell’Apron. La società di gestione sta infatti prevedendo, oggetto di altro progetto ed in fase di attuazione, la demolizione previo riposizionamento di dette caserme all’interno del sedime aeroportuale; in particolare queste verranno collocate in un’area più interna e posta a nord-est del piazzale.

Dette aree, di estensione pari a circa 50.000 m²,verranno pertanto completamente pavimentate consentendo la prosecuzione della TN verso sud-ovest, la creazione di ulteriori stand di sosta per gli aeromobili e la riorganizzazione della circolazione degli aeromobili nel piazzale.

Con tale prosecuzione la nuova via di rullaggio TN raggiungerà dapprima la parte dell'Apron a sud servendo gli stand 400 e poi, attraverso la piazzola deicing, le testate 04 delle due piste di volo.

Le nuove superfici saranno dunque l'occasione per ottimizzare la disposizione degli stand di parcheggi sia push back che self maneuvering prediligendo, ove possibile, veri e propri sistemi di circuitazione dotandoli ovviamente di taxiline luminosa.

Il collegamento tra questa nuova area pavimentata, e quindi la TN, e la TS (pista di volo secondaria) sarà realizzato anche attraverso il raccordo ortogonale Q. Tale raccordo, richiesto da SAVE su suggerimento di ENAV, è stato tuttavia previsto di dimensioni tali da poter permettere il transito anche di aeromobili di codice F.



Riorganizzazione Apron

L'ottimizzazione dell'Apron rappresenta l'ultimo tassello relativo alle infrastrutture di volo che se migliorato garantisce, anche a parità di capacità di sistema o di solo parcheggio una maggiore fluidità del traffico a terra dei velivoli.

Infatti, mentre con il raddoppio delle vie di rullaggio in condizioni operative standard (pista di volo principale in uso come RWY) si ottimizza il rullaggio in ingresso/uscita dal piazzale da/verso la pista di volo, con la riorganizzazione del piazzale di sosta AA/MM si possono ottimizzare i percorsi fino ai diversi quadranti degli stand.

Tutto ciò anche alla luce del previsto (altro intervento del MP 2021, CdP 4.06, attualmente in esecuzione) ulteriore approfondimento del piazzale di sosta aeromobili verso nord-ovest; in seguito a tale approfondimento si andrà a delineare una complessa architettura dei numerosi stand risultanti (serviti da una sola apron twy in ingresso/uscita) per la quale l'ottimizzazione dei flussi sarà senza dubbio ancor più importante se non indispensabile.

5.5 Raccordi tra via di rullaggio TN e pista di volo secondaria RWYs 04L/22R

Il collegamento tra la via di rullaggio TN e la pista di volo secondaria è realizzato per mezzo di raccordi esistenti e di nuova realizzazione. Nel tratto iniziale, fronte stand 400, nel quale la TN funge da via di scorrimento l'accessibilità avviene attraverso gli esistenti raccordi W, V e S (ex raccordi S, R, N); si prevede, inoltre, di mantenere in esercizio anche l'attuale P.

Di nuova realizzazione sono 3 raccordi presenti sul restante sviluppo della TN:

1. Il raccordo M (ex bretella R5) in corrispondenza dell'apron sud;
2. Il raccordo Q, ortogonale alla pista di volo secondaria ed in posizione mediana rispetto al piazzale è stato previsto di dimensioni tali da poter permettere il transito di aeromobili fino al codice F. Presenta pertanto un corpo portante di larghezza 34m e shoulders laterali di 13m ciascuna in modo da avere un'area pavimentata complessiva di 60m.
3. Il nuovo raccordo L è inclinato a 45° rispetto all'asse della pista di volo secondaria e della TN ed è in continuità con il raccordo di uscita F.

Il nuovo raccordo P di ingresso/uscita dall'Apron ripercorre la posizione dell'attuale raccordo L.

Tutti i raccordi, tranne il citato raccordo Q che ha dimensioni maggiori, hanno dimensioni trasversali e fillet delle curve tali da permettere il transito di aeromobili fino al codice E. La sezione trasversale dei nuovi raccordi è composta da un corpo portante di larghezza minima (in rettilineo) di 30.0m e da shoulders laterali di larghezza 7.5m ciascuna; hanno una configurazione a schiena d'asino con pendenza trasversale pari all'1.5%.

Altro intervento consiste nel rifacimento di tutta l'idraulica di piattaforma attraverso l'inserimento di canalette idrauliche ai bordi delle shoulders.

Dal punto di vista impiantistico i nuovi raccordi di uscita rapida saranno dotati di luci di bordo blu, luci d'asse verde con interasse non superiore a 15m, Stop bar e/o red bar ove necessario e da segnaletica verticale luminosa.

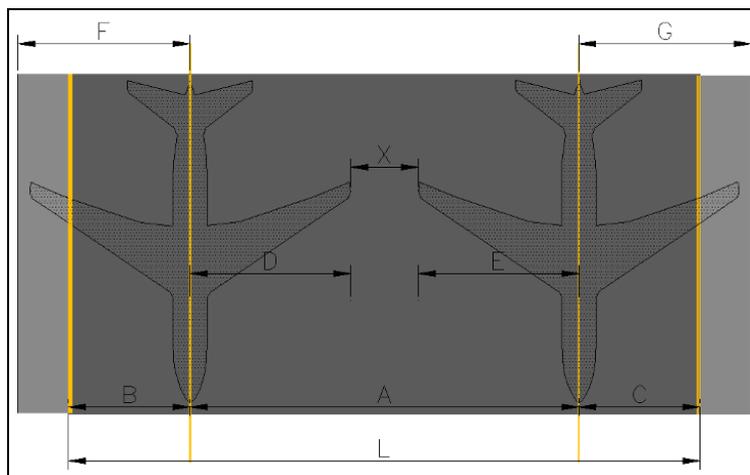
5.6 Holding bay

Al fine di abbattere considerevolmente i tempi di attesa degli aeromobili pronti ad iniziare le operazioni di decollo e per ottimizzare dunque la gestione delle operazioni di volo è prevista la realizzazione di Holding Bay lato THR04 e lato THR22.

Tali Holding Bay sono state dimensionate in modo da assicurare il sicuro sorpasso verso l'interno di un aeromobile di categoria E (ad esempio un B747-400) in fase di allineamento ai danni di un aeromobile di categoria D (ad esempio un B767-200) in attesa e viceversa.

Si precisa che la geometria della Holding Bay è tale da garantire il transito anche di aeromobili classe F sebbene non in contemporanea con altre categorie di aeromobili.

Nel progetto di questi elementi si è tenuto conto di quanto riportato nell'ADM/part 2 "Taxiways, Aprons and Holding Bays" sottoparagrafo 2.4.1 nel quale si precisa che lo spazio richiesto per una holding bay dipende dal numero di postazioni che devono essere previste, dalla dimensione dei velivoli e dalla frequenza di utilizzazione. La dimensione trasversale minima da attribuire alle due Holding Bay affinché queste possano svolgere la funzione di cui sopra è stata determinata partendo dagli standard geometrici minimi riportati nella seguente figura ed esplicitati nella successiva tabella per aeromobili di codice C, D ed E.



STANDARD GEOMETRICI	CLASSE AEROMOBILE		
	C	D	E
	[m]	[m]	[m]
F - G (semilarghezza TWY + shoulder)	12,5	19	22
B - C (semilarghezza TWY)	9 ^(I) 7,5 ^(II)	11,5 ^(III) 9 ^(IV)	11,5
D - E (semilarghezza dell'apertura alare)	18	26	32,5
X (distanza tra le estremità delle ali)	5	10	10,5

Note: ^(I) taxi way utilizzata da velivoli con interasse non <18m

^(II) taxi way utilizzata da velivoli con interasse <18m

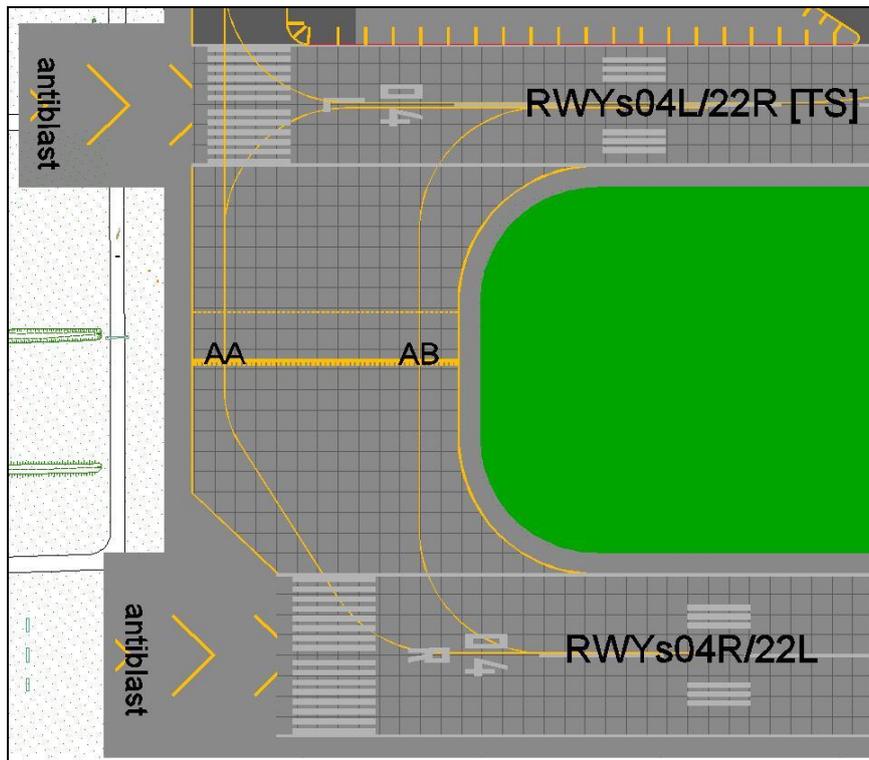
^(III) taxi way utilizzata da velivoli con larghezza esterna del carrello principale ≥9

^(IV) taxi way utilizzata da velivoli con larghezza esterna del carrello principale <9m

In conclusione le due Holding Bay hanno le larghezze del corpo portante e complessive riportate in tabella:

HOLDING BAY	LARGHEZZA CORPO PORTANTE [m]	LARGHEZZA COMPLESSIVA [m]
TESTATE 04	97.5	115.0
TESTATE 22	97.5	113.0

Per entrambe le Holding Bay, in considerazione degli elevati sforzi normali trasmessi dall'aeromobile in stazionamento e della possibile fuoriuscita di carburante da questo all'atto dell'allineamento per il decollo, sono previste sovrastrutture di tipo rigido. Per le due shoulders laterali, di larghezza minima di 7.5m, è prevista una pavimentazione di tipo flessibile.



Holding Bay Testate 04

Anche per le holding bay è prevista la messa in opera, al bordo esterno delle shoulders, di dispositivi per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche.

Dal punto di vista impiantistico sono previste luci di bordo, luci d'asse, stop bars e segnaletica verticale luminosa.

5.7 Raccordi di uscita rapida

Il collegamento tra pista di volo principale e quella secondaria (main taxiway), nella configurazione finale, verrà realizzato dalle Holding Bay di testata e da raccordi di uscita rapida,

ovvero raccordi con asse inclinato di 30° rispetto all'asse della pista di volo e raggio di curvatura per la virata in uscita pari a 550m.

Le implementazioni sono previste in via prioritaria per la RWY 04R per la quale si prevedono n. 3 bretelle ad alta velocità, restando tuttora a livello di possibilità la prospettiva di adeguare almeno una bretella di uscita esistente per la RWY 22L allo *status* di bretella ad alta velocità per minimizzare il *gap* di capacità in caso di inversione delle piste in uso a causa di fattori meteo-climatici

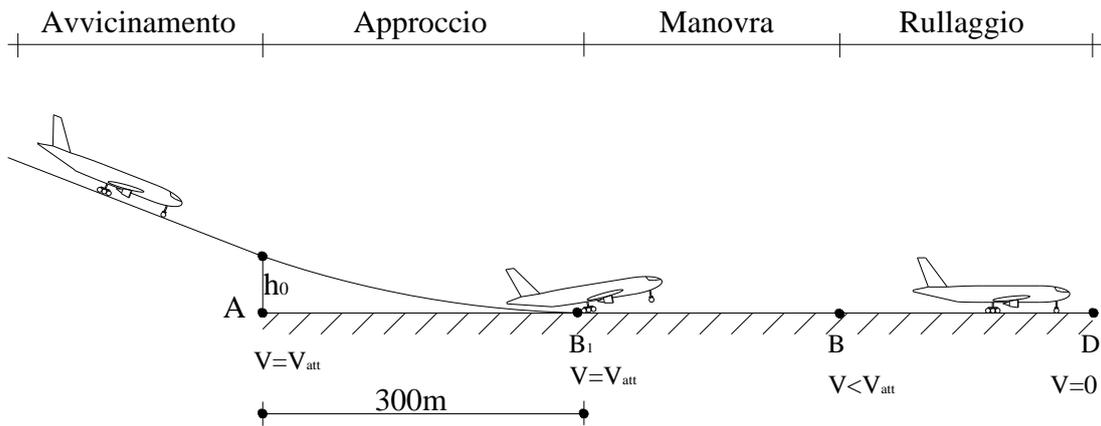
La posizione dei raccordi è stata definita in pieno accordo con le risultanze dell'analisi della capacità. Oltre alle uscite rapide, così come da studio della capacità, sono state inserite due ulteriori uscite (sempre rapide) in posizione ravvicinata rispetto alle soglie in modo da poter essere ingaggiate da velivoli di piccolo/medio tonnellaggio (*executive* – e voli regionali turboprop e turbofan).

Il posizionamento delle tre uscite rapide previste in seno all'Approfondimento Progettuale viene riepilogato nella tabella seguente.

RACCORDO DI USCITA RAPIDA	DISTANZA DALLA SOGLIA [m]
RWY 04R	THR04R
D	1265
F	2050
G	2500

Inoltre, si ritiene utile riportare una verifica cinematica condotta per il velivolo B737-800 dalla quale si evince che il posizionamento delle uscite rapide a 2050m risulta pienamente compatibile con le performance dell'aereo più "impegnativo" della classe C.

Nelle operazioni di rientro a terra di un aeroplano, così come sovente viene fatto per il decollo, si possono distinguere diverse fasi di moto caratteristiche come si evince dal seguente schema:

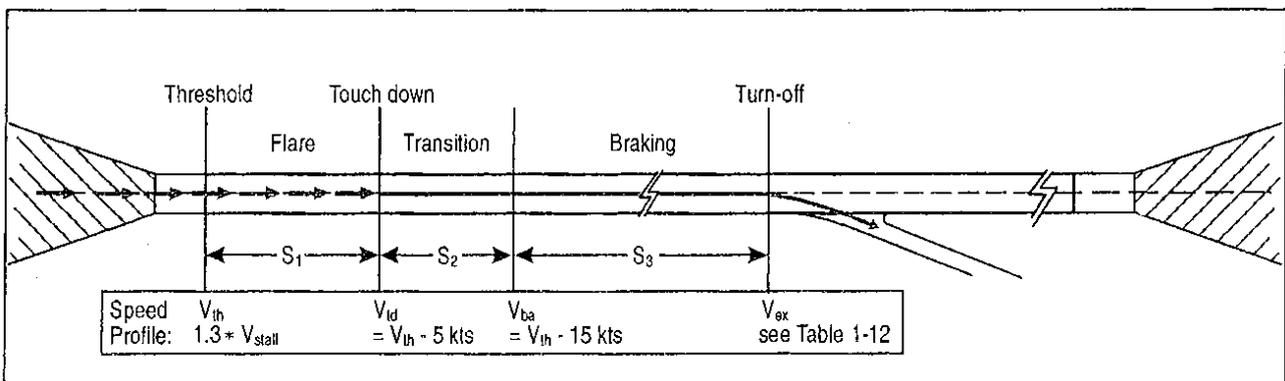


Fasi di volo dell'operazione di atterraggio.

- **Avvicinamento finale:** in questa fase l'aeromobile ha un assetto di discesa "picchiato", il carrello abbassato ed una velocità, in corrispondenza del punto A, pari a:

$$V_{att} = 1.3 \cdot V_{stallo}$$
- **Approccio:** da un'altezza h_0 , che assume valori diversi a seconda del codice della pista di volo, l'aereo si porta a toccare il suolo con un assetto cabrato.
- **Manovra:** il pilota compie la manovra di rotazione con la quale l'aereo passa dall'assetto cabrato a quello di rullaggio diventando quindi, a valle di un "transitorio" un vero e proprio veicolo terrestre.
- **Rullaggio di frenatura:** sotto l'azione della spinta inversa, quando è prevista, dei dispositivi di frenatura aerodinamica e dei freni meccanici l'aereo decelera rapidamente fino ad arrestarsi o quasi in corrispondenza della bretella di uscita.

Per la verifica cinematica è stata seguita la metodologia ICAO secondo la quale la manovra di atterraggio viene schematizzata, in analogia a quanto riportato in precedenza, come rappresentato nella figura seguente:

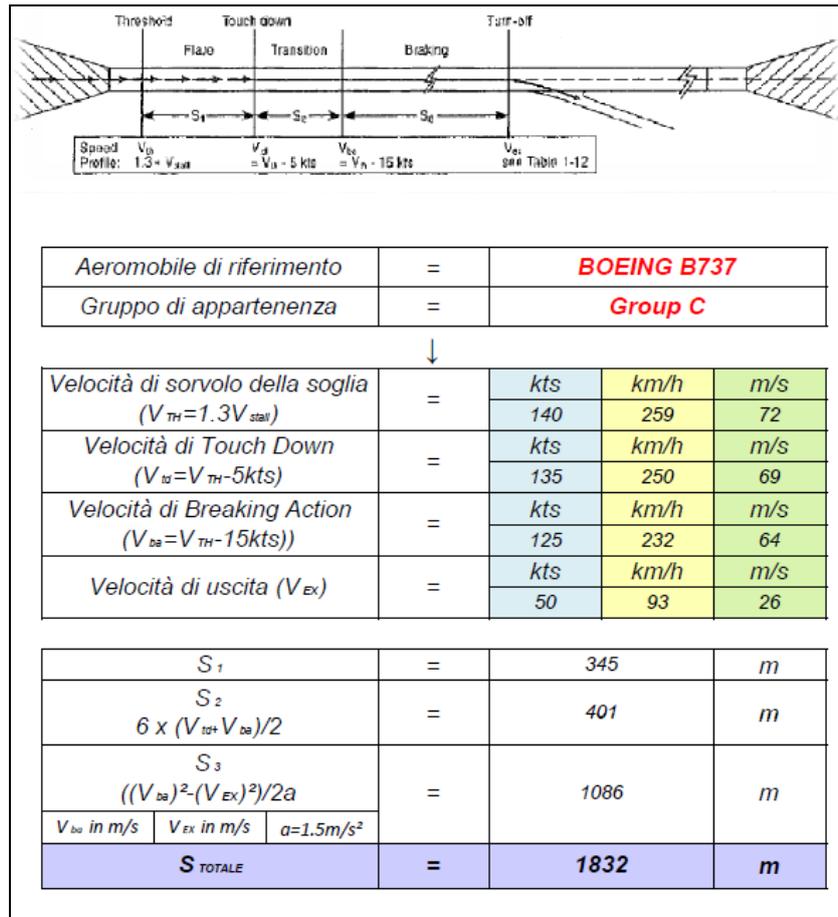


Fasi di volo dell'operazione di atterraggio

Nella fattispecie, la metodologia ICAO permette di calcolare le lunghezze S1, S2, S3 con le seguenti ipotesi e disposizioni:

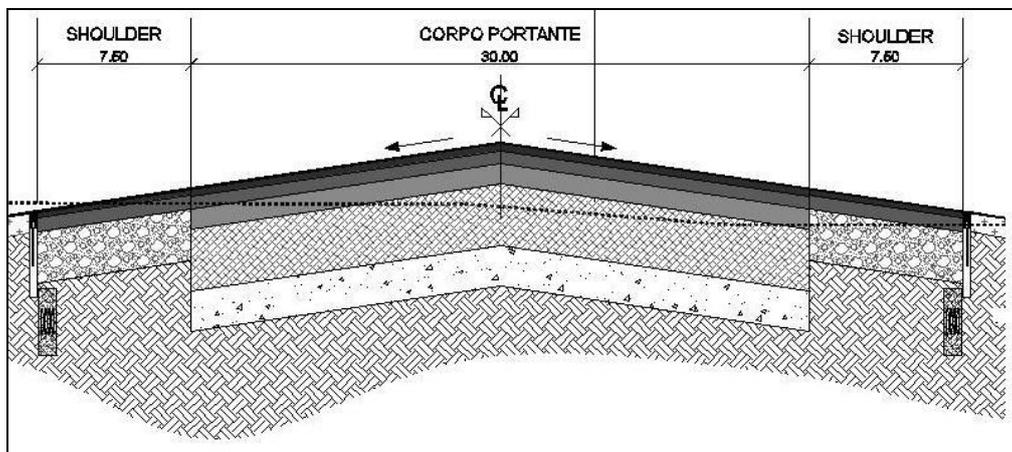
- V_{TH} – velocità di sorvolo della soglia (dipendente dalla tipologia di velivolo e precedentemente anche indicata con V_{att}), pari a 1.3 volte la velocità di stallo valutata con riferimento ad un peso all'atterraggio pari all'85% di quello massimo (anch'esso dipendente dalla tipologia di velivolo).
- V_{td} – velocità di "touch down". Tale velocità, nella metodologia ICAO, è valutata (in modo cautelativo) con riferimento alla velocità di sorvolo della soglia; il suo valore viene assunto infatti pari alla velocità di sorvolo della soglia meno cinque nodi. In letteratura, invece, si riscontra un'ulteriore correlazione tra la velocità di toccata e quella di stallo; nella fattispecie la velocità di toccata viene posta pari a 1.15 volte la velocità di stallo.
- V_{ba} – velocità di "breaking action", anch'essa valutata con riferimento alla velocità di sorvolo della soglia.
- V_{ex} – velocità di uscita dalla pista di volo.
- S1 – spazio necessario al velivolo per effettuare la "flare" di passaggio dall'assetto di discesa finale/picchiato a quello cabrato fino all'istante in cui viene effettuata la toccata.
- S2 – spazio di transizione necessario affinché il velivolo assuma l'assetto per la fase di frenatura con tutte le ruote dei carrelli poggianti sulla pista di volo.
- S3 – spazio di frenatura (aerodinamica – propulsiva - meccanica).
- Nella metodologia seguita la decelerazione massima considerata è relativa a condizioni "wet" e di adeguato confort dei passeggeri; questa è quindi pari a $1.50m/s^2$.

Di seguito si riporta un tabulato dal quale si evince la distanza minima di ingaggio dell'uscita rapida nelle ipotesi sopra indicate.



Distanza minima di ingaggio della RET dalla soglia pista di volo

Dal punto di vista geometrico i raccordi di uscita rapida presentano una sezione trasversale composta da un corpo portante di larghezza di 30.0m e da shoulders laterali di larghezza pari a 7.5m ciascuna; hanno una configurazione a schiena d'asino con pendenza trasversale pari all'1.5%.



Sezione tipo raccordi di uscita rapida

Altro intervento consiste nel rifacimento di tutta l'idraulica di piattaforma attraverso l'inserimento di canalette idrauliche ai bordi delle shoulders.

Dal punto di vista impiantistico i nuovi raccordi di uscita rapida saranno dotati di luci di bordo blu, luci d'asse verde con interasse non superiore a 15m, Stop bar e/o red bar ove necessario e da segnaletica verticale luminosa.

5.8 Nuova viabilità perimetrale di servizio ed ispezione

La realizzazione della via di rullaggio TN, il prolungamento Main Taxiway e l'adeguamento della RESA di RWY 22R determina la necessità di realizzare nuovi tratti di viabilità perimetrale di servizio ed ispezione.

La nuova viabilità in testata 04 ha origine dalla viabilità esistente alle spalle della cabina n.5 e dopo aver costeggiato la piazzola de-icing, aggirata la Strip della pista di volo secondaria e la RESA RWY 22R si riconnette alla viabilità esistente in prossimità del sentiero di avvicinamento della RWY 04R. Questo tratto di nuova viabilità ha uno sviluppo complessivo di 560m circa.

La sezione di questo tratto di viabilità ha una larghezza di 6.0m ed una configurazione monofalda con pendenza, verso la laguna, dell'1.5%.

Il tratto di nuova viabilità lato testata 22 testata si sviluppa parallelamente alla via di rullaggio TN tenendosi al di fuori della Strip di questa. Si prevede, inoltre, di realizzare una nuova viabilità perimetrale lato testata 22 tale da favorire l'aggiramento del VOR e del LOC, finendo per costeggiare la barena lagunare (ramo morto Canale Osellino) e ricongiungersi alla viabilità esistente nel vertice Sud-Est. La lunghezza di questo tratto è pari a 500m circa.

L'andamento planimetrico di questo tratto di nuova viabilità è stato studiato anche tenendo in considerazione il ruolo svolto da questa durante il periodo di lavori sulla pista di volo principale.

La sezione trasversale, anche in considerazione del suo duplice ruolo, è stata prevista di larghezza pari a 8.0m e a schiena d'asino con pendenza delle falde pari all'1.5%.

5.9 Interventi nelle aree di CGA, Strip e RESA

Per quanto riguarda gli interventi previsti nelle aree CGA, Strip e RESA si rende indispensabile suddividere l'area Air-Side in sottogruppi specifici così definiti:

- area Strip lato laguna pista di volo principale;
- area Strip interclusa fra la pista di volo principale e la pista di volo secondaria in configurazione longitudinale attuale;

- area Strip interclusa fra la pista di volo principale e la pista di volo secondaria in prolungamento, testate sud e nord della piste e corrispondenti RESA ed area Strip interclusa fra la pista di volo secondaria e la nuova TN nei rimanenti tratti non a cedevolezza programmata;
- area Strip a cedevolezza programmata interclusa fra la pista di volo secondaria e la nuova TN nel tratto compreso fra i raccordi P e K.

L'area Strip lato laguna, non essendo previsti interventi specifici e dal momento che le risultanze sulla portanza della stessa hanno dato esito positivo non necessita di interventi di adeguamento rispetto alla configurazione attuale. La cedevolezza del terreno allo stato attuale è compatibile con i requisiti specifici di norma.

L'area Strip interclusa fra la pista di volo principale e la pista di volo secondaria in configurazione longitudinale attuale viene rivista a seguito della rimodulazione dei raccordi di collegamento fra le due piste. In particolare, dal momento che il sottosuolo nell'area interessata è costituito da un orizzonte granulare antropico di elevata portanza, non sono indispensabili particolari accorgimenti per il raggiungimento delle portanze di progetto. La semplice riconfigurazione superficiale con variazione delle pendenze e stesa di strato vegetale di spessore variabile di 10÷20cm è sufficiente a garantire la portanza ed il cedimento entro i 15cm così come previsto dalla vigente normativa.

Nelle rimanenti aree, oltre che la RESA sud, non essendosi rilevato il pacchetto granulare antropico portante è necessario prevedere un intervento di bonifica stabilizzazione del terreno. Tale intervento è costituito da una stabilizzazione a cemento al 5% minimo tipo 32.5 Cem IV A.A.R.S. di spessore non inferiore a 110cm con sovrastante strato vegetale di almeno 10cm di spessore così come previsto da normativa vigente. Tramite tale trattamento si potrà garantire anche in questo caso la portanza richiesta.

L'ultimo intervento previsto è una particolare configurazione di Strip a cedevolezza programmata, costituita da un consolidamento portante di base realizzato mediante stabilizzazione a cemento del terreno naturale su cui andare a realizzare una sorta di "fossa" a pendenza variabile che permetta il graduale affondamento delle ruote dell'aeromobile critico considerato. In un primo tratto della Strip a cedevolezza programmata non sono presenti elementi dissuasivi e/o elementi atti a rallentare la corsa eventuale dell'aeromobile critico che invece diventano predominanti nella parte terminale della stessa.

La configurazione geometrica ed il materiale monogranulare ipotizzato permettono il graduale affondamento delle ruote, superiore a quello previsto nelle altre Strip di progetto in deroga ai 15cm di regolamento, fino ad un massimo potenziale di 50cm con conseguente

rallentamento dell'aeromobile e dissipazione di energia per un tratto misurato rispetto all'asse pista di volo ed ortogonale ad essa di circa 30 m. Un successivo tratto di ulteriori 15 m costituito dallo stesso materiale monogranulare con inserito in verticale elementi di geogriglia ad alta resistenza ed alta deformabilità che permettano una maggiore decelerazione dell'aeromobile ed aumento della frenatura d'arresto dello stesso. La Strip viene chiusa verso la taxiway nord, ulteriormente con un gradiente in contropendenza sia per il convogliamento nel punto più basso delle acque meteoriche sia per permettere il raggiungimento di eventuali mezzi di soccorso in corrispondenza delle aree oggetto di sinistro. Si rimanda agli elaborati grafici allegati al progetto.

5 NUOVE PAVIMENTAZIONI

Il presente paragrafo illustra il dimensionamento delle sovrastrutture pavimentate dell'Aeroporto di Venezia 'Marco Polo' e la loro verifica nelle condizioni di incremento del traffico aereo previsto per una vita utile di 20 anni.

I calcoli sono stati effettuati a valle di un processo di elaborazione ed interpretazione delle indagini conoscitive, svolte sulle pavimentazioni esistenti e sulle Strip nell'anno in corso e riportate nello studio di fattibilità, che hanno permesso di catalogare accuratamente i sottofondi su cui le nuove pavimentazioni saranno costruite.

Il calcoli trovano fondamento scientifico nelle metodologie empirico meccanicistiche per il dimensionamento delle pavimentazioni e nelle circolari elaborate dalla FAA e universalmente riconosciute in ambito aeroportuale per la valutazione del danno e del parametro caratteristico PCN.

La normativa di riferimento è la seguente:

- FAA Advisory Circular 150/5335-5B "Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength", del 26/08/2011
- FAA Advisory Circular 150/5320-6E "Airport Pavement Design and Evaluation", del 30/09/2009
- FAA Advisory Circular 150/5370-10F "Standards for specifying construction on airport", del 30/09/2011
- ICAO Aerodrome Design Manual, Part 3, Appendix 2

L'intervento di riqualifica prevede la ricostruzione totale del pacchetto di pavimentazione della pista di volo principale, della pista di volo secondaria, dei raccordi e delle shoulders.

La sovrastruttura principale è di tipo semiflessibile così costituita:

1. Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato Hard antiormiaia, spessore 4 cm;
2. Strato di collegamento binder alto modulo in conglomerato bituminoso, spessore 6 cm;

3. Strato di base in conglomerato bituminoso modificato hard, spessore 10 cm;
4. Strato di fondazione in misto cementato riciclato cold mix, realizzato con l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero (fresato) di provenienza esterna al cantiere, spessore 30 cm;
5. Sottofondo esistente

Nel prolungamento della Main Taxiway, nella taxi way Nord (TN) e nei raccordi di nuova costruzione (da realizzarsi sulle attuali strip), la sovrastruttura diventa:

1. Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato Hard antiormiaia, spessore 4 cm;
2. Strato di collegamento binder alto modulo in conglomerato bituminoso, spessore 6 cm;
3. Strato di base in conglomerato bituminoso modificato hard, spessore 10 cm;
4. Strato di fondazione in misto cementato riciclato cold mix, realizzato con l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero (fresato) di provenienza esterna al cantiere, spessore 30 cm;
5. Strato di sottofondazione in misto cementato riciclato, spessore 20 cm;
6. Sottofondo naturale

Le testate della pista di volo principale RWYs 04R/22L, la testata 04L della pista di volo secondaria RWYs 04L/22R, l'area attualmente occupata dagli edifici dei VVFF e GdF e di ampliamento dell'Apron saranno di tipo rigido, così realizzate:

1. lastra di cls fibrorinforzato classe 35/45 realizzato in opera, spessore 40 cm
2. membrana in polietilene 4/10 mm
3. strato di magrone, spessore 10 cm
4. Sottofondo esistente.

Per le shoulders e gli antiblast è previsto un pacchetto "semplificato" così realizzato:

1. Strato di conglomerato bituminoso tipo binder, spessore 7 cm;
2. Strato di misto granulare debolmente stabilizzato a cemento con riciclaggio in situ, spessore 35 cm
3. Sottofondo esistente

Fasi costruttive

Per il potenziamento strutturale delle piste principale e secondaria, la soluzione progettuale adottata prevede le soluzioni denominate A 1 e A2:

- la fresatura delle aree pavimentate fino alla profondità di 50 cm

- la ricostruzione della fondazione con strato di misto cementato riciclato realizzato con materiali provenienti dalle stesse pavimentazioni a seguito di opportuna frantumazione, rivagliatura e miscelazione con legante idraulico nella misura ideale definita con studi di laboratorio
- realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso di base con bitume modificato hard previo spargimento di mano di ancoraggio sullo strato cementato
- realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso di binder ad alto modulo complesso previo spargimento di mano di attacco sullo strato inferiore
- realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso di usura con particolare caratteristica antisdrucchiolo e bitume modificato hard tale da conferire un'elevata resistenza all'ormaiamento previo spargimento di mano di ancoraggio sullo strato cementato.

Per le due testate 04 e la testata 22L saranno realizzate pavimentazioni rigide (sezioni B) ovvero costituite da lastre di cls fibrorinforzato su uno strato di cls magro con interposta una membrana in polietilene e, per esse, dovrà essere demolita l'attuale pavimentazione fino ad una profondità di 50 cm.

Per la riqualifica dei raccordi esistenti, la soluzione progettuale è la medesima adottata per le piste (sezione A1).

Per la costruzione dei raccordi sulle aree attualmente non pavimentate e per il prolungamento della pista secondaria lato 22, invece, è stato previsto un pacchetto con doppio strato di misto cementato (denominato C1 e C2) per il quale dovrà essere:

- scarificato il terreno fino alla profondità di 70 cm
- ricostruita la fondazione con strato di misto cementato riciclato di spessore 20 cm con materiali provenienti dalle pavimentazioni (lavorato allo stesso modo che per le piste)
- ricostruita la sotto-base di tipo "cold mix" con materiali provenienti dalle stesse pavimentazioni (fresato) a seguito di opportuna rivagliatura e miscelazione con legante idraulico ed emulsione bituminosa nella misura ideale definita con studi di laboratorio
- steso lo strato di conglomerato bituminoso di base con bitume modificato hard previo spargimento di mano di ancoraggio sullo strato cementato
- realizzato lo strato di conglomerato bituminoso di binder ad alto modulo complesso previo spargimento di mano di attacco sullo strato inferiore
- realizzato lo strato di conglomerato bituminoso di usura con medesime caratteristiche di quello impiegato nelle piste.

Sono state eseguite due tipi di verifiche sulle pavimentazioni di progetto:

1. Verifica statica;
2. Verifica della vita utile con metodologia Federal Aviation Administration (FAA).

La verifica statica è stata effettuata per valutare nel dettaglio lo stato tensionale e deformativo indotto nella pavimentazione dal contatto tra l'aeromobile e il piano viabile.

La verifica con metodologia FAA è stata effettuata per valutare l'effetto dei movimenti dell'intero spettro di aeromobili previsti sull'infrastruttura aeroportuale nel corso della vita utile di progetto in termini di danno cumulato nella pavimentazione.

Verifica statica con metodo razionale empirico meccanicistico

Il metodo di calcolo razionale delle pavimentazioni permette di verificare la risposta meccanica del pacchetto stradale in termini di tensioni e deformazioni a seguito dell'applicazione di un carico attraverso la teoria del multistrato elastico; la pavimentazione viene modellata come un pacchetto a strati sovrapposti ipotizzati omogenei, isotropi, infinitamente estesi nel semispazio orizzontale e con comportamento elastico lineare; lo stato tensionale e deformativo che derivano dall'applicazione del carico di progetto è calcolato.

Le prestazioni della pavimentazione sono valutate simulando il carico con area d'impronta circolare con pressione uniformemente distribuita e calcolando lo stato tensionale e deformativo indotto nella pavimentazione attraverso le leggi di Burmister e Boussinesq.

Poiché l'entità del carico applicato è inferiore rispetto al carico di rottura dei materiali, la singola deformazione risulta essere, con ragionevole approssimazione, reversibile, dunque tale deformazione può essere considerata elastica. La scelta di un modello costitutivo elastico trova quindi giustificazione nell'entità delle deformazioni.

Nel caso in esame, non si è considerato l'effetto di una singola ruota bensì il carico è stato modellato due aeromobili considerati più rappresentativi.

Mentre le caratteristiche geometriche da assegnare agli strati sono solo lo spessore, quelle meccaniche da assegnare a ciascun materiale sono il modulo elastico, E (MPa), e il coefficiente di Poisson, ν ; al fine di rendere il calcolo più attinente alla realtà, sono stati impostati specifici coefficienti per simulare l'adesione per l'interfaccia degli strati utilizzando:

- Tra gli strati di conglomerate bituminoso uno Shear compliance full bonding $k= 1 \times 10^{-9}$ per rappresentare l'effetto della mano d'attacco
- Tra gli strati di conglomerato bituminoso e lo strato di misto cementato uno Shear compliance intermediate bonding $k= 1 \times 10^{-10}$

- Tra gli strati di fondazione e sottofondo una situazione di semplice appoggio degli strati $k=0$

6 OPERE IDRAULICHE

7.1 Idraulica di piattaforma

Il complesso di interventi/opere di sistemazione idraulica previsti in progetto mira prioritariamente a:

- Raccogliere e regimentare le acque afferenti le aree pavimentate delle piste di volo RWY 04R/22L e RWY 04L/22R, della TWY TN, nonché dei raccordi di connessione tra le succitate infrastrutture ;
- Trattare mediante processo di sedimentazione primaria dei solidi sospesi e disoleatura, le acque meteoriche di prima pioggia provenienti dalle superfici pavimentate;
- Convogliare al ricettore finale le acque meteoriche raccolte provenienti dalle superfici pavimentate.

Il sistema di raccolta, regimentazione e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate previsto in progetto consta di dorsali di raccolta, che si sviluppano lungo i bordi esterni delle fasce antipolvere (shoulder), sui lati nord e sud per quanto concerne la pista di volo RWY 04R/22L e lungo il lato nord per quanto riguarda la pista di volo RWY 04L/22R e la via di rullaggio TWY TN, nonché di dorsali di allontanamento che convogliano le acque raccolte verso i ricettori finali, identificati nella fattispecie negli scarichi esistenti in Laguna e nel collettore doppiacanna previsto a nord della TWY TN nell'ambito del Master Plan Idraulico. L'assetto del sistema idraulico di allontanamento è stato studiato, inoltre, per utilizzare parte della rete dei collettori scatolari esistenti, con conseguente minor aggravio economico.

Oltre ai manufatti sopra menzionati si prevede, in ottemperanza alla vigente normativa in materia ambientale (D.Lgs. 152/2006), che le acque di prima pioggia vengano sottoposte ad opportuno trattamento di sedimentazione e disoleatura, prima di essere convogliate al ricettore finale.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche afferenti le superfici pavimentate di pista di volo sarà costituito da canalette grigliate in conglomerato cementizio vibrato caratterizzate da classe di portanza F900, aventi dimensioni interne pari a 30x30 cm, e pozzetti intertratta (con interasse pari 15÷25 metri) in cls di classe F900.

Le acque meteoriche raccolte dalle canalette bordo shoulder e successivamente trasportate mediante tubazioni in c.a. (diametro interno $\Phi 300-\Phi 500-\Phi 800-\Phi 1200$) verranno poi allontanate dalle dorsali di allontanamento, costituite da collettori scatolari a piastre in c.a., previste nelle aree di STRIP. Il collettore a piastre assolve inoltre alla funzione di raccolta e allontanamento delle acque di ruscellamento delle aree a verde, in modo da evitare, vista la natura geologica del sedime aeroportuale, fenomeni di ristagno e allagamento in corrispondenza di eventi meteorici particolarmente gravosi. Al fine di ottimizzare il dimensionamento idraulico del sistema, ognuna delle dorsali di allontanamento è stata suddivisa in un opportuno numero di tronchi aventi sezione idraulica crescente nel senso di scorrimento delle acque meteoriche.

I calcoli idraulici alla base del dimensionamento dei manufatti sono stati eseguiti secondo le Linee Guida, contenute nelle Ordinanze del Commissario Delegato per l’Emergenza concernenti gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, le quali prevedono di considerare eventi pluviometrici con tempo di ritorno pari a $T_R=50$ anni.

Le curve di possibilità pluviometrica fornite dalle Linee Guida sono espresse nella forma a tre parametri:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

dove a , b , c sono tre parametri ottenuti per taratura dall’analisi statistica dei dati pluviometrici; t è la durata della precipitazione espressa in minuti, mentre h è l’altezza di pioggia espressa in millimetri.

Per l’area aeroportuale si è fatto riferimento alle curve segnalatrici relative alla zona costiera lagunare, i cui valori sono di seguito riportati:

T_R (anni)	a	b	c
2	20.3	12	0.821
5	27.2	13.5	0.820
10	31.4	14.4	0.816
20	35.2	15.3	0.809
30	37.2	15.8	0.805
50	39.7	16.4	0.800

100	42.8	17.3	0.791
200	45.6	18.2	0.783

Per quanto attiene al calcolo della massima portata affluente “ Q_c ” (“portata di pioggia critica”) ai singoli tronchi costituenti le dorsali di raccolta ed allontanamento, si è utilizzato il metodo razionale, noto in Italia come metodo cinematico o del ritardo di corrivazione, basato sulla seguente formula per la determinazione della portata.

$$Q_c = (\Phi \times i_c \times A)/360$$

dove:

Q_c = portata critica affluente (m^3/sec);

A = superficie scolante (Ha, ettari), ovvero area dei bacini tributari

i_c = intensità di pioggia critica = $a \times \theta_c^{(n-1)}$

Φ = coefficiente di deflusso (assunto pari a 0.9) che esprime il rapporto tra il volume di precipitazione efficace, agli effetti del deflusso, ed il volume meteorico totale.

θ_c = Durata critica (in sec).

Per il calcolo del “ritardo” o “durata critica” (ovvero il tempo necessario alla singola goccia d’acqua per arrivare dai punti più lontani della superficie scolante alla sezione di “controllo” del collettore idraulico che si sta considerando), si fa ricorso alla seguente espressione, desunta dalla letteratura tecnica per il caso di collettori e fossi di guardia con pareti in materiale di data scabrezza:

$$\theta_c = L/V_c + T_1$$

dove:

L = lunghezza del tronco di collettore idraulico (in m);

V_c = velocità di scorrimento dell’acqua nel collettore, assunta pari a 1 m/sec come primo tentativo di verifica ;

L/V_c = tempo di percorrenza del tratto di collettore considerato;

T_1 = tempo di “prima pioggia” o di “ruscellamento” ovvero, il tempo massimo che impiegano le particelle di pioggia a raggiungere il condotto a partire dal punto di caduta. Tale tempo è stimato secondo la letteratura in argomento pari a 0.1 m/sec:

Il calcolo della “Portata di pioggia critica” Q_c è stato effettuato per reiterazioni successive ossia, assunta come velocità in condotta di primo tentativo $v_c = 1$ m/s si è determinato il primo valore di durata critica θ_c da cui si è giunti al valore approssimato di Q_c ; noto Q_c di primo tentativo si è potuto stabilire il valore di velocità reale in condotta v_c e da quest’ultimo il valore di durata critica θ_c reale effettivo e di conseguenza il valore di portata di pioggia critica Q_c definitivo.

La verifica dunque, dei collettori viene altresì condotto facendo riferimento alla sottoriportata formula di GAUCKLER - STRICKLER per la determinazione della velocità media "v" di scorrimento dell'acqua in condizioni di moto uniforme, all'interno di un canale a sezione cilindrica di diametro "Φ" o rettangolare di dimensioni B e H, noto il coefficiente di resistenza "Ks" del materiale (pari a 100 per il CLS con intonaco liscio gettato e 130 per quelle in PVC) di cui si compongono i collettori e le canalette in questione, il raggio idraulico "RH" delle sezioni in esame e la pendenza "i" :

- $v = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$
- $Q_{max} = v \cdot A \cdot 3600$

La verifica prevede la determinazione delle portate massime a sezione tutta piena "Q_{MAX}" adducibili dai singoli tronchi che raffrontate con le portate di pioggia critica "Q_c" forniscono, mediante scala di deflusso i valori relativi al grado di riempimento h/D per sezioni circolari (ovvero altezza di riempimento per le sezioni rettangolari) e le corrispondenti velocità effettiva in condotta.

La verifica è stata condotta suddividendo le dorsali di raccolta in tronchi di lunghezza L corrispondenti a una superficie scolante sottesa (L x larghezza pavimentazione) che genera un deflusso funzione delle dimensioni, geometria, scabrezza e pendenza del manufatto scelto. A seguito di iterazioni è stato possibile individuare il valore di lunghezza del singolo tronco cui corrisponde una superficie scolante tale da generare un deflusso pari alla capacità idrodinamica del manufatto.

Dalle verifiche effettuate per ognuno dei collettori da progetto risulta che la portata massima di esercizio, è maggiore di quella critica "Q_c" in corrispondenza di gradi di riempimento inferiori tra l'altro ai valori critici di riempimento per correnti a pelo libero; pertanto, le sezioni idrauliche di ciascun tronco componente le dorsali di raccolta nonché di ciascuna dorsale di allontanamento risulta verificata.

In ottemperanza alle normative vigenti, infine, si è provveduto al calcolo del volume di accumulo necessario a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento. Il calcolo del volume di invaso per laminare il picco di piena cinquantenaria è stato pertanto eseguito considerando una superficie complessiva pari a 10,00 ha (superfici pavimentate di nuova realizzazione) ed imponendo un coefficiente udometrico in uscita costante pari a 10 l/s*ha. Il valore del volume di invarianza idraulica ottenuto risulta pari a 8850 m³, ricavabile all'interno del volume dello scatolare previsto nell'ambito del Master Plan Idraulico

7.2 Intervento in barena

Lo spostamento della soglia THR 04L determina il conseguente spostamento della RESA della RWY22R, che adeguata alle dimensioni regolamentari di 15mx240m, viene a trovarsi in parte in aree vergini e barenose.

Allo stesso modo la realizzazione della viabilità perimetrale in fregio al ramo morto del Canale Osellino in testata 22 comporta l'esigenza di consolidare aree barenose che – sebbene già incluse nel confine aeroportuale – non sono mai state oggetto di bonifica.

Per effettuare l'allargamento della RESA è prevista una soluzione di sostegno del rilevato lato canale lagunare compatibile con le soluzioni precedentemente adottate e previste dal Magistrato alle Acque di Venezia.

Il confinamento viene realizzato mediante posa in opera di palancola in c.a.c. con sovrastante muro a contrafforti prefabbricato rivestito esternamente con pietra d'Istria che viene reso solidale alla palancola prefabbricata mediante il solo getto della struttura armata di fondazione. La soluzione prevede la posa in sommità di una copertina anch'essa in pietra d'Istria.

Per soddisfare le diverse altimetrie di progetto, la quota di estradosso dell'opera di sostegno viene mantenuta fissa a +1.60m rispetto medio mare. L'acqua meteorica viene smaltita mediante posa di appositi embrici di convogliamento.

Il riempimento dell'area RESA 22R viene realizzato mediante posa in opera per strati compattati di materiale granulare o stabilizzato a cemento su sottostante geocomposito avente funzione di rinforzo della base e filtro separazione dal sottostante materiale naturale.

Tale soluzione viene adottata anche per la realizzazione della nuova perimetrale nella quale il rilevato stradale viene previsto in materiale granulare.

7 IMPIANTI VOLI NOTTURNI

8.1 Premessa

In considerazione delle opere civili sulle strutture delle piste consistenti essenzialmente nella demolizione della pavimentazione della pista principale e suo allargamento a 60 m, nella demolizione della pavimentazione della via di rullaggio e del suo allungamento, demolizione e rifacimento dei raccordi di collegamento fra la pista e la via di rullaggio con profilo ad alta velocità, nonché la realizzazione di una via di scorrimento parallela alla via di rullaggio e ad essa raccordata è stato previsto necessariamente lo smantellamento degli impianti voli notturni esistenti e la conseguente demolizione delle opere civili ad essi associate.

Con lo smantellamento è stato previsto fra altro il recupero per successivo utilizzo dei segnali a semilivello per Taxi-Line e per Stop-Bar, dei segnali RGL nonché delle tabelle relative alla segnaletica verticale tutte apparecchiature a tecnologia a LED e di recente installazione.

Oltre a tali segnali è stata anche previsto il recupero per successivo utilizzo delle unità di controllo e comando relative alle singole unità luminose e di recente installazione.

In considerazione di quanto emerso si è dovuto progettare nuovamente tutte le opere civili di predisposizione degli impianti, che prevedono in particolare la totale sfillabilità degli impianti stessi, la completa separazione nei pozzetti fra le apparecchiature di alimentazione (trasformatori, connettori e cavi circuiti serie) dalle apparecchiature di monitoraggio delle singole unità luminose (cavi dati, connettori BT, unità di comando e unità di controllo), nonché delle reti dei cavidotti primari (circuiti serie) e secondari (circuiti trasmissione dati).

Nella progettazione della rete dei cavidotti si è tenuta in considerazione la possibilità di rendere separati per quanto possibile i circuiti di alimentazione dei segnali della pista di volo da quelli della pista secondaria.

8.2 Caratteristiche sistemi luminosi

L'impianto voli notturni previsto consiste essenzialmente nella realizzazione dei sistemi luminosi le cui caratteristiche sistema per sistema sono qui di seguito sinteticamente specificate:

8.2.1 Sentiero luminoso di avvicinamento di precisione Cat III per pista RWY04R

Il nuovo sentiero luminoso di avvicinamento per pista RWY 04R sarà di tipo "standard" di precisione Categoria II/III e utilizzerà le esistenti strutture civili, basamenti, cavidotti e pozzetti fino alla soglia THR04R, dove i cavidotti saranno collegati alle nuove dorsali.

In particolare saranno recuperati i segnali esistenti e sostituiti con nuovi segnali sopraelevati unidirezionali a luce bianca ed a luce rossa con sistema luminoso ad incandescenza ad alta intensità da 150W 6,6A cadauno.

Detti segnali saranno collegati agli impianti di alimentazione e di monitoraggio esistenti, salvo controllo della loro integrità e funzionalità, ad eccezione dei cavi delle dorsali di alimentazione e trasmissione dati dalla cabina elettrica sino all'inizio del sentiero di avvicinamento, che saranno realizzate con nuovi cavi.

Il sentiero sarà inoltre integrato da n°20 segnali sopraelevati unidirezionali a luce lampeggiante a scarica capacitiva con frequenza di 2 lampi al secondo con una sequenza di accensione dalla luce più esterna verso la soglia.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati per le luci d'asse bianche, due circuiti serie per asse per le luci d'asse rosse ed un circuito in derivazione trifase con neutro per i segnali lampeggianti.

Tutti i segnali saranno dotati dell'unità di monitoraggio individuale.

8.2.2 Soglia THR 04R

In considerazione dell'allargamento della pista di volo da 45m a 60 m è stata prevista una nuova soglia costituita da n°20 nuovi segnali sopraelevati unidirezionali ad alta intensità con sistema luminoso ad incandescenza a luce verde da 150W 6,6A cadauno e da n°2 nuovi segnali di identificazione soglia sopraelevati lampeggianti a scarica capacitiva con frequenza di 2 lampi al secondo collegati in sequenza ai segnali lampeggianti dell'avvicinamento.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante in cabina n°8.

Tutti i segnali saranno dotati dell'unità di monitoraggio individuale.

8.2.3 Soglia THR 22L

In considerazione dell'allargamento della pista di volo da 45m a 60 m è stata prevista una nuova soglia costituita da n°20 nuovi segnali sopraelevati unidirezionali ad alta intensità con sistema luminoso ad incandescenza a luce verde da 150W 6,6A cadauno e da n°2 nuovi segnali di identificazione soglia sopraelevati lampeggianti a scarica capacitiva con frequenza di 2 lampi al secondo.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante in cabina n°5.

8.2.4 Bordo pista RWY 04R - 22L

Il bordo pista per la RWY04R/22L è previsto mediante l'utilizzo di nuovi segnali sopraelevati omnidirezionali con sistema luminoso a LED a luce bianca/bianca e bianca/gialla.

Posti ad intervalli di 60 m l'uno dall'altro lungo i bordi della pista ed a 1,5 m dagli stessi e da segnali a semilivello bidirezionali da 12" in corrispondenza dei punti ricadenti nella superficie di innesto delle bretelle.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante in cabina n°5.

Tutti i segnali saranno dotati dell'unità di monitoraggio individuale.

8.2.5 Fine pista RWY 04R - 22L

In considerazione delle soglie RWY 04R – 22L sono stati previsti i nuovi fine pista costituiti ognuno rispettivamente da n°10 nuovi segnali sopraelevati unidirezionali ad alta intensità con sistema luminoso ad incandescenza a luce rossa da 150W 6,6A cadauno.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante in cabina n°5.

I segnali del fine pista RWY 04R saranno dotati dell'unità di monitoraggio individuale.

8.2.6 Asse pista RWY 04R e RWY 22L

L'asse pista luminoso sarà realizzato mediante l'impiego di segnali bidirezionali a semilivello ad alta intensità da 8" che utilizzano tecnologia a LED, intervallati tra loro di 15,0m e con corpi luminosi indipendenti.

L'emissione luminosa sarà per alcuni bianca/bianca e per altri bianca/rossa a seconda dello specifico utilizzo (vedi elaborati grafici).

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati per l'accensione Center-Line lato THR04 e due circuiti serie incrociati per l'accensione Center-Line lato THR22.

I circuiti Center-Line THR04 sono alimentati dalla cabina elettrica n°8 mentre quelli THR22 dalla cabina elettrica n°5.

I corpi luminosi del Center-Line lato THR04 sono dotati ognuno di proprio trasformatore e di unità di monitoraggio, mentre quelli del Center-Line lato THR22 sono dotati ognuno solamente di proprio trasformatore.

Particolare cura è stata posta nell'alimentazione dei segnali nel tratto ove la luce degli stessi è alternata tra bianco e rosso in modo da assicurare l'alternanza cromatica del sistema anche nel caso di guasto di uno dei circuiti di alimentazione.

8.2.7 Zona di toccata "TDZ" RWY 04R

La zona di toccata "TDZ" per pista RWY 04R è formata da barrette di quattro segnali unidirezionali a semilivello ad alta intensità, larghe m 4.20, completi di sistema luminoso a tecnologia a LED con monitoraggio con emissione luminosa di colore bianco.

Le predette barrette sono distanziate 30 m l'una dall'altra e poste simmetricamente rispetto l'asse della pista con spaziatura complessiva di 18 m uguale a quella delle barrette a luce rossa del sentiero luminoso di avvicinamento e si estendono per una lunghezza di 900 m a partire dalla soglia TH04R.

L'alimentazione di tutte le barrette avviene attraverso due circuiti serie incrociati, il primo alimenta le barrette dispari ed il secondo le barrette pari.

Ogni barretta è dotata di due trasformatori di isolamento da 6,6/6,6A della potenza di 65W, derivati dallo stesso circuito primario, utilizzati ognuno per l'alimentazione in serie di due segnali e precisamente il primo segnale collegato al terzo segnale e il secondo segnale collegato al quarto segnale, nonché di due unità di monitoraggio ogni dotata di due uscite.

I due circuiti della TDZ sono attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante ubicate nella cabina N°8.

8.2.8 Avvicinamento per pista RWY 22L

Per pista RWY 22L è prevista la realizzazione di un sentiero luminoso di avvicinamento di tipo semplificato "SALS" a barrette.

Tale sentiero si estende a partire dalla soglia per una lunghezza complessiva di 420m ed è costituito da una fila assiale di 14 barrette, ognuna larga metri 4,2 e formata da quattro segnali sopraelevati ad alta intensità con sistema luminoso ad incandescenza a luce bianca da 150W 6,6A cadauno, poste sul prolungamento dell'asse pista e distanziate fra loro di 30m e da una barra trasversale, posta a 300m dalla soglia, larga 30m e formata da 16 corpi luminosi compresi quelli della relativa barretta assiale.

L'alimentazione dei predetti segnali avviene attraverso due circuiti serie incrociati attestati ognuno alla propria unità regolatrice a corrente secondaria costante installate entro la cabina elettrica n°5.

8.2.9 P.A.P.I. pista RWY 04R - 22L

Il progetto prevede l'installazione di sistema P.A.P.I. a doppia barra (destra e sinistra) sia per pista RWY 04R che per pista RWY 22L.

Ogni sistema è alimentato tramite 2 circuiti di cui uno per la barra destra ed uno per la barra sinistra. Attestati quelli relativi al PAPI 04R alla cabina n°8 e quelli relativi al PAPI 22L alla cabina n°5.

Ogni unità è dotata di due lampade ad incandescenza provviste di proprio trasformatore e unità di monitoraggio.

8.2.10 Sentiero luminoso di avvicinamento per pista secondaria RWY 04L

Il sentiero luminoso di avvicinamento per pista RWY 04L sarà di tipo "standard" a barrette.

Tale sentiero si estende a partire dalla soglia per una lunghezza complessiva di 720m ed è costituito da una fila assiale di 24 barrette, ognuna larga 4,2m e formata da quattro segnali sopraelevati ad alta intensità con sistema luminoso ad incandescenza a luce bianca da 150W 6,6A cadauno, poste sul prolungamento dell'asse pista e distanziate fra loro di 30m e da una barra trasversale, posta a 300m dalla soglia, larga 30m e formata da 16 corpi luminosi compresi quelli della relativa barretta assiale.

Il sentiero sarà inoltre integrato da n°24 segnali sopraelevati unidirezionali a luce lampeggiante a scarica capacitiva con frequenza di 2 lampi al secondo con una sequenza di accensione dalla luce più esterna verso la soglia.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati per le luci d'asse bianche attestati ognuno alla propria unità regolatrice a corrente secondaria costante installate entro la cabina elettrica n°8 e un circuito in derivazione trifase con neutro per i segnali lampeggianti.

8.2.11 Soglia THR 04L

La nuova soglia sarà costituita da n°17 segnali a semilivello da 12" unidirezionali ad alta intensità con sistema luminoso a LED con emissione a luce verde, e da n°8 segnali a semilivello da 12" bidirezionali con due sistemi luminosi indipendenti a LED uno con emissione a luce verde e uno, dal lato opposto, con emissione a luce rossa utilizzato quale segnale di fine pista RWY22R e da n°2 nuovi segnali di identificazione soglia a semilivello lampeggianti a scarica capacitiva con frequenza di 2 lampi al secondo collegati in sequenza ai segnali lampeggianti dell'avvicinamento.

L'alimentazione dei predetti segnali di soglia avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante in cabina n°8, mentre quelle relativi al fine pista RWY 22R saranno inseriti sui due circuiti serie incrociati di alimentazione dei segnali di fine piste RWY 04L.

8.2.12 Bordo pista RWY 04L – 22R

Il bordo pista per la RWY 04L/22R è previsto mediante l'utilizzo di segnali sopraelevati nuovi e di quelli recuperati "TWIN LIGHT" costituiti ciascuno da due corpi luminosi ad incandescenza, uno a luce blu e l'altro a luce bianca/bianca oppure bianca/gialla e da segnali a semilivello bidirezionali ad alta intensità a luce bianca/ bianca e gialla/bianca, posti ad intervalli di 60 m l'uno dall'altro lungo i bordi della pista e a 1,5m dal bordo della stessa.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite quattro circuiti serie di cui due incrociati relativi alle luci bianche attestati alla cabina n°5 e due relativi alle luci blu di cui uno attestato alla cabina n°5, e relativo alla mezza pista lato Nord-Est e l'altro alla cabina n°8 relativo alla mezza

pista lato Sud-Ovest, tramite quattro unità regolatrici a corrente secondaria costante.

8.2.13 Fine pista RWY 04L – 22R

In corrispondenza delle RWY04L-22R sono stati previsti i fine pista costituiti ognuno rispettivamente da n°8 segnali a semilivello ad alta intensità con sistema luminoso a LED associati alla soglia per il fine RWY 22R e n°8 segnali sopraelevati ad alta intensità con sistema luminoso ad incandescenza da 100W 6,6A cadauno in corrispondenza della soglia 04R quale fine pista RWY 22R.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati a due unità regolatrici a corrente secondaria costante in cabina n°5.

8.2.14 Asse pista RWY 04L – 22R

L'asse pista luminoso sarà realizzato mediante l'impiego di segnali bidirezionali a semilivello ad alta intensità da 8" che utilizzano tecnologia a LED, intervallati tra di loro 30m.

L'emissione dei segnali sarà per alcuni bianca/bianca e per altri bianca/rossa a seconda dello specifico utilizzo (vedi elaborati grafici).

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti incrociati con accensione contemporanea ad entrambi i lati.

I circuiti del Center-Line THR04/22 sono alimentati dalla cabina elettrica n°8.

Particolare cura è stata posta nell'alimentazione dei segnali nel tratto ove la luce degli stessi è alternata tra bianco e rosso in modo da assicurare l'alternanza cromatica del sistema anche nel caso di guasto di uno dei circuiti di alimentazione.

8.2.15 Taxi-Line

Sulla via di rullaggio è stata prevista l'installazione di segnali nuovi e di quelli precedentemente recuperati a semilivello bidirezionali da 8" che utilizzano tecnologia a LED a luce verde ed in alcuni casi gialla, dotati internamente di predisposizione ad un eventuale monitoraggio, posti lungo l'asse ad intervalli non superiori a 15m.

Tutti i segnali hanno due corpi luminosi indipendenti onde consentire in alcuni casi l'accensione (vedi elaborati grafici) separata un lato dall'altro.

I segnali del predetto Taxi-line sono alimentati tramite circuiti incrociati, due dei quali attestati alla cabina n°8 che alimentano la Taxi-line dalla soglia 04L fino al raccordo Q e due attestati alla cabina n°5 che alimentano la Taxi-line dal raccordo Q fino alla soglia 22R.

Segnali analoghi a quelli previsti sull'asse della via di rullaggio sono installati sulle bretelle

di testa della pista principale, mentre sulle bretelle di uscita rapida sono analoghi al quelli della Taxi-line ma unidirezionali, utilizzati nel senso di uscita dalla pista di volo, essendo detti raccordo interdetti all'ingresso in pista.

Tutti i predetti segnali sono collegati ad unità di monitoraggio a due uscite che consente l'alimentazione contemporanea in serie con unico trasformatore di due sistemi luminosi.

8.2.16 Stop-Bar

Sulle bretelle "AA", "AB", "HA" e "HB" sono state previste, in corrispondenza dei punti attesa in ingresso in pista principale, le "stop-bar" costituite da segnali a semilivello unidirezionali da 8" precedentemente recuperati, spaziate fra loro in modo uniforme di 3m, dotati di sistema luminoso a tecnologia a LED ad emissione luminosa di colore rosso e collegati ad unità di monitoraggio a due uscite che collega i segnali a due a due in serie ad un unico trasformatore.

Prima e dopo ogni Stop Bar in prossimità della stessa sono inseriti 2 rilevatori di transito.

Un terzo sensore è previsto dopo circa 60m dalla Stop-bar.

Le Stop-bar sono alimentate attraverso circuiti serie incrociati, due per ogni Stop-bar, attestati rispettivamente alla cabina n°8 quelli relativi alle Stop-bar "AA" e "AB" e alla cabina n°5 quelli relativi alle Stop-bar "HA" e "HB".

Le Taxi-line in corrispondenza delle Stop-bar e nel verso di ingresso alla pista di volo per una distanza di non meno 90m sono interbloccate con le luci della relativa Stop-bar.

8.2.17 Red-Bar

Sulle bretelle di uscita dalla pista sono state previste, in corrispondenza del loro innesto alla via di rullaggio delle "Red-bar", costituite da segnali a semilivello unidirezionali da 8", spaziate fra loro in modo uniforme di 3m, dotati di sistema luminoso a tecnologia a LED con emissione luminosa di colore rosso e collegati ad unità di monitoraggio a due uscite che collega i segnali a due a due in serie ad un unico trasformatore.

Dette red bar impediscono l'ingresso alla pista di volo attraverso le sopra citate bretelle, in quanto le stesse sono esclusivamente utilizzate per l'uscita dalla predetta pista.

Dette Red-bar sono utilizzate anche quando la pista di volo principale è chiusa al traffico ed in uso la via di rullaggio come pista secondaria.

Prima e dopo ogni Red-bar sono, in prossimità della stessa, inseriti due sensori di transito "Antincursion".

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie incrociati attestati alla cabina elettrica n°8.

8.2.18 Luci di segnalazione ingresso in pista (Runway guard light)

In corrispondenza di ogni Stop-bar o Red-bar ed di alcuni punti attesa sono state previsti due unità "Runway guard light" a tecnologia LED con emissione luminosa di colore giallo precedentemente recuperate e collegate ad unità di monitoraggio.

L'alimentazione dei predetti segnali avverrà tramite due circuiti serie uno attestato alla cabina n°8 per gli RGL inseriti nelle bretelle ed uno attestato alla cabina n°5 per quelli inseriti sui raccordi e sullo scorrimento.

8.2.19 Segnaletica verticale luminosa

Al fine di agevolare e rendere più sicura la circolazione a terra degli aeromobili, è stata prevista una segnaletica verticale realizzata mediante l'installazione di tabelle luminose monofacciali a tecnologia LED.

La segnaletica verticale luminoso viene realizzata mediante l'impiego delle tabelle precedentemente recuperate, previo adeguamento in alcuni casi delle indicazioni dei pittogrammi, oltre all'aggiunta di altre tabelle di nuova fornitura a tecnologia a LED.

Le tabelle impiegate sono quelle precedentemente recuperate previo adeguamento in alcuni casi delle indicazioni dei pittogrammi con aggiunta dia altre tabelle di nuova fornitura a tecnologia LED.

L'alimentazione delle tabelle avviene attraverso quattro circuiti serie distinti, è precisamente un circuito per le tabelle installate sul bordo pista principale attestato in cabina n°8, un circuito per le tabelle installate sulle bretelle attestato in cabina n°5, un circuito per le tabelle installate sul bordo pista secondaria attestato in cabina n°8 e un circuito per le tabelle installate sui raccordi e sullo scorrimento attestato in cabina n°5.

8.2.20 Impianto di monitoraggio

Per il comando e controllo a distanza delle apparecchiature di alimentazione degli impianti voli notturni, installate entro le cabine n°5 e n°8, sarà utilizzato l'impianto esistente previo su ampliamento ed adeguamento

Per il monitoraggio dei segnali luminosi saranno installate le unità di controllo precedentemente recuperate in aggiunta ad altre uguali di nuova fornitura.

La rete di collegamento dati delle unità di controllo di cui sopra utilizzerà le nuove strutture civili di supporto realizzate in corrispondenza del nuovo layout segnali.

8.2.21 Suddivisione impianti

PISTA PRINCIPALE		
CABINA 5		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Avvicinamento 22L 1	AV22L 1	7,5
Avvicinamento 22L 2	AV22L 2	7,5
Center Line 22L 1	CL22L 1	5,0
Center Line 22L 2	CL22L 2	5,0
PAPI 22L SX	PP 22L SX	2,5
PAPI 22L DX	PP 22L DX	2,5
Soglia 22L 1	TH22L 1	2,5
Soglia 22L 2	TH22L 2	2,5
Fine pista 04R/22L 1	FP 04R/22L 1	2,5
Fine pista 04R/22L 2	FP 04R/22L 2	2,5
Bordo pista 04R/22L 1	BP04R 1	7,5
Bordo pista 04R/22L 2	BP04R 2	7,5
CABINA 8		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Avvicinamento 04R 1	AV04R 1	15,0
Avvicinamento 04R 2	AV04R 2	15,0
Avvicinamento 04RR 1	AV04RR 1	10,0
Avvicinamento 04RR 2	AV04RR 2	10,0
Flash 04R	FH 04R	380/25
Soglia 04R 1	TH 04R 1	2,5
Soglia 04R 2	TH 04R 2	2,5
Center Line 04R 1	CL22L 1	5,0
Center Line 04R 2	CL22L 2	5,0
PAPI 04R DX	PP 04R DX	2,5
PAPI 04R SX	PP 04R SX	2,5
Zona di contatto1	TDZ 1	5,0
Zona di contatto 2	TDZ 2	5,0
Tabelle bordo pista principale	TAB1	5,0
PISTA SECONDARIA		

CABINA 5		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Avvicinamento 22R 1	AV22R 1	7,5
Avvicinamento 22R 2	AV22R 2	7,5
PAPI 22R DX	PP 22R DX	2,5
PAPI 22R SX	PP 22R SX	2,5
Soglia 22R 1	THR 22R 1	2,5
Soglia 22R 2	THR 22R 2	2,5
Fine pista 04L/22R 1	FP 04L/22R 1	2,5
Fine pista 04L/22R 2	FP 04L/22R 2	2,5
Bordo pista 04L/22R 1	BP04L 1	10,0
Bordo pista 04L/22R 2	BP04L 2	10,0
Bordo pista 04L/22R 3	BP04L 3 (BLU)	2,5
Bordo pista 04L/22R 4	BP04L 4 (BLU)	2,5
Taxline 22R 1	TX 22R 1	5,0
Taxline 22R 2	TX 22R 2	5,0
CABINA 8		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Avvicinamento 04L 1	AV04L 1	10,0
Avvicinamento 04L 2	AV04L 2	10,0
Flash 04L	FH 04L	380/25
Soglia 04L 1	TH 04L 1	2,5
Soglia 04L 2	TH 04L 2	2,5
Center Line 04L/22R 1	CL04L 1	5,0
Center Line 04L/22R 2	CL04L 2	5,0
PAPI 04L DX 1	PP 04L DX 1	2,5
PAPI 04L DX 2	PP 04L DX 2	2,5
Taxline 04L 1	TX 04L 1	5,0
Taxline 04L 2	TX 04L 2	5,0
Tabelle bordo pista secondaria	TAB3	5,0

BRETELLE

CABINA 5		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Bordo bretelle	BBR	5,0
Tabelle bretelle	TAB2	10,0
Stop bar HA/HB 1	SB HA/HB 1	2,5
Stop bar HA/HB 2	SB HA/HB 2	2,5
Taxiline bretelle N.E. A/F/G/H - 1	TX BR NE 1	5,0
Taxiline bretelle N.E. A/F/G/H - 2	TX BR NE 2	5,0
CABINA 8		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Stop bar AA/AB 1	SB AA/AB 1	2,5
Stop bar AA/AB 2	SB AA/AB 2	2,5
Red bar B/C/D/E/F/G - 1	RB 1	2,5
Red bar B/C/D/E/F/G - 2	RB 2	2,5
Taxiline bretelle S.O. B/C/D/E - 1	TX BR SO 1	5
Taxiline bretelle S.O. B/C/D/E - 2	TX BR SO 2	5
RGL bretelle	RGL BR	2,5

RACCORDI/SCORRIMENTO		
CABINA 5		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Bordo scorrimento	BSCOR	2,5
Taxiline Scorrimento 1	TX SCOR 1	10,0
Taxiline Scorrimento 2	TX SCOR 2	10,0
Stop bar scorrimento 1	SB SCOR 1	2,5
Stop bar scorrimento 2	SB SCOR 2	2,5
CABINA 8		
DESCRIZIONE CIRCUITI	DENOMINAZIONE CIRCUITI	UNITA' AUTOREGOLATRICI
Tabelle raccordi	TAB RAC	10,0
RGL raccordi	RGL RAC	5,0
Bordo raccordi	BRAC	2,5

Taxline raccordi 1	TX RAC 1	5,0
Taxiline raccordi 2	TX RAC 2	5,0
Stop bar raccordi 1	SB RAC 1	2,5
Stop bar raccordi 2	SB RAC 2	2,5

8.3 Opere civili predisposizione impianti

In considerazione che gli interventi sulle strutture interessano le opere civili esistenti di predisposizione impianti, si è ritenuto indispensabile provvedere al rifacimento delle stesse con caratteristiche costruttive e di posizionamento in funzione del nuovo layout segnali.

Tali caratteristiche sono qui di seguito sommariamente indicate.

8.3.1 Cavidotti

Per la posa dei cavi unipolari MT dei circuiti serie è stata predisposta una rete primaria di cavidotti multitubo realizzata mediante l'impiego di tubo guaina in PVC rigido del diametro 125 mm in barre di lunghezza 6m unite mediante manicotto con guarnizione o con manicotto con guarnizione a mastice posato e conglobato entro massetto in cls.

La predetta rete di cavidotti, come indicato negli elaborati grafici progettuali è integrata da una serie di pozzetti prefabbricati in cls.

Tali pozzetti sono utilizzati quali rompitratta, cambi di direzione e per contenimento apparecchiature. La rete dei predetti cavidotti è stata progettata tenendo presente l'opportunità di separare per quanto possibile i circuiti della pista principale da quelli della pista secondaria.

Per la posa dei cavi BT di alimentazione dei segnali a semilivello è stata prevista la realizzazione di una rete secondaria di cavidotti monotubo realizzata mediante l'impiego di tubo guaina in PVC rigido del diametro 63/100/125 mm posato sotto alla pavimentazione delle infrastrutture, conglobato entro massetto in cls e raccordato da un lato al pozzetto dei trasformatori e dall'altro ad un pozzetto in PVC ubicato esattamente sotto alla base del relativo segnale a semilivello.

Durante l'esecuzione dei predetti cavidotti, prima della loro realizzazione e logicamente prima del reinterro, verrà posata lungo il fondo dello scavo, corda di rame nuda di 35mm² transitante per tutti i pozzetti entro i quali verrà lasciata una spira per le successive lavorazioni. La predetta rete equipotenziale di terra, verrà integrata ogni 300m circa, da un dispersore in acciaio inox (picchetto o puntazza di terra) della lunghezza di 3m, il tutto realizzato secondo gli schemi progettuali.

8.3.2 Pozzetti

I pozzetti utilizzati quali rompitrattra, per cambi di direzione, per contenimento trasformatori di alimentazione segnali e per contenimento unità di monitoraggio saranno prefabbricati opportunamente armati atti a sopportare i carichi previsti dalla normativa, potranno essere di tre tipi a seconda dell'utilizzo aventi dimensioni interne cm 100x100x80 oppure cm 80x80x80 oppure cm 80x180x80 con parete divisoria centrale dotati inoltre di chiusino in ghisa sferoidale marchiato secondo normativa UNI EN 124 classe di portanza F900 telaio quadrato e chiusino Ø800 senza serrature.

I pozzetti doppi su cui sono previsti due chiusini vengono utilizzati per il contenimento dei trasformatori serie in uno scomparto e per il contenimento della unità di monitoraggio e dei relativi cavi dati con attestazioni nell'altro.

Tutti i pozzetti dei cavidotti di bordo piste saranno collegati fra loro tramite un tubo in PEAD posato durante l'esecuzione dei cavidotti stessi e collegato ogni circa 1000m a pozzetti di raccolta con eventuale pompa elettrica per garantire il drenaggio costante dei pozzetti stessi.

8.3.3 Basamenti

Per il sostegno dei segnali sopraelevati, delle tabelle luminose della segnaletica verticale, delle unità PAPI e degli RGL sono previsti appositi basamenti in cls opportunamente armati e per quanto possibile prefabbricati dotati delle previste rampe di raccordo qualora ricadenti entro le aree di sicurezza delle infrastrutture di volo su terreno vegetale.

8 ALLEGATO: Verifica geometrica del "Fillet" dei nuovi raccordi

L'intervento sull'aeroporto di Venezia muterà radicalmente il lay out del lato aria, generando una configurazione del tutto nuova anche delle vie di circolazione. Questa configurazione proverrà in parte dalla realizzazione di nuovi raccordi di collegamento tra la pista di volo principale e la pista di volo secondaria e tra questa e la nuova via di rullaggio TN, in parte anche dall'adeguamento funzionale della sezione di alcuni dei raccordi esistenti. Altri fra i raccordi esistenti verranno demoliti e non faranno parte della nuova area di movimento. Nell'ambito della progettazione relativa ai nuovi archi di taxi way è stata prestata particolare attenzione oltre che alla linea d'asse anche alle linee di ciglio, ossia ai margini della pavimentazione, per la verifica degli ingombri trasversali in curva dell'a/m in rapporto all'asse della traiettoria percorsa. E' noto infatti che le traiettorie prodotte dalle ruote del carrello principale durante il moto in curva seguono un percorso diverso che portano le ruote interne verso il margine della zona pavimentata. Queste traiettorie individuano il cosiddetto FILLET.

La cura di questo aspetto deriva da due tipi di considerazioni:

- 1) la prima è legata a problemi di stabilità strutturale delle pavimentazioni in relazione ai quali occorre verificare che il carrello principale dell'a/m interno alla curva non si avvicini troppo al bordo della pavimentazione provocandone la rottura (deformazione eccessiva per il venir meno del vincolo di continuità);
- 2) la seconda è legata al fatto che occorre sempre verificare, sia in rettilo sia in curva, che i motori più esterni dell'a/m non vengano a percorrere tratti non pavimentati, con il conseguente pericolo di ingestione di corpi estranei.

Per quanto esposto, nel progetto dei cigli dei raccordi occorre prevedere un allargamento cautelativo della sezione trasversale verso l'interno della curva.

Per effettuare lo studio dei diversi contesti, che per il velivolo sono più impegnativi al crescere delle deviazioni angolari e al diminuire dei raggi di curvatura e dei rettili a disposizione per il riallineamento, è stato utilizzato un metodo di analisi composito, costituito da:

- 1) *Arc and tangent method* (ADM, Parte 2par. 3.2), per l'approssimazione della curva del ciglio a un arco di cerchio con le sue tangenti. Il metodo opera attraverso la formulazione dei due parametri fondamentali del raggio del fillet e del massimo allargamento possibile senza fillet, e con 4 abaci che dall'incrocio dei dati restituiscono valori di angolo di sterzata iniziale e massimo, nonché massimo allargamento e lunghezza delle tangenti.
- 2) *Verifica grafica*, per la simulazione del rullaggio del velivolo con una roto-traslazione che schematizza realisticamente il moto in curva di un aeromobile. Vengono fissati il valore costante dell'angolo di sterzata e, di conseguenza, la posizione relativa del centro d'istantanea rotazione, per cui l'intera manovra di avanzamento in curva si compone progressivamente in una sequenza rigida di successivi movimenti di rotazione e traslazione.

Questo approccio misto ha consentito di esaminare le traiettorie di iscrizione in curva in maniera più nitida, utile soprattutto nei diversi casi in cui, per la vicinanza di 2 raccordi da inforcare successivamente, la 2° manovra di svolta inizia prima che si sia del tutto conclusa la prima, ossia prima che l'aeromobile si sia del tutto riallineato azzerando lo scarto rispetto alla linea d'asse. I due metodi, sovrapponendosi, interferiscono costruttivamente: infatti, la simulazione grafica consente di esercitare una verifica sull'output del procedimento che fa uso del calcolo e degli abaci. Allo stesso tempo, l'approssimazione dello schema grafico è compensata dai riscontri delle formule e dalla casistica degli abaci.

Per la verifica delle manovre è stato selezionato dalla mix di traffico il Boeing 747-400 (codice E), caratterizzato dalle condizioni di ingombro trasversale più gravose e dalle prestazioni in manovra più condizionanti.

I dati utili ai fini della valutazione in oggetto sono stati reperiti in primis sul manuale operativo del velivolo, ove sono inserite, tra le altre, le relative caratteristiche dimensionali, di prestazione e di manovrabilità a terra.

Dal punto di vista progettuale è stato assunto come dato di ingombro longitudinale del velivolo il suo passo invece che la lunghezza di riferimento; in tal modo è stato considerato per il movimento a terra un tipo di manovra nota come “Judgemental Oversteering”, nella quale il pilota sterza dopo che il ruotino ha superato il punto di tangenza tra rettilo e arco di cerchio indicati dalla segnaletica orizzontale. L'angolo medio di sterzata del ruotino anteriore è stato considerato costante.

Quanto all'infrastruttura, i dati geometrici derivano dalle scelte di design, mentre il margine di sicurezza da garantire al bordo esterno del carrello (M) è quello definito per la nostra categoria di aeroporto.

Per la verifica della manovra, sono stati trascurati gli effetti tutti vantaggiosi in termini di sicurezza e connessi alle modalità di erogazione differenziata della spinta e della frenata, e l'intervento della sterzata ausiliaria delle ruote del carrello di fusoliera.

A titolo di esempio si riporta qui in sintesi lo studio delle manovre afferenti al nuovo raccordo “N”, interessato dalle due manovre successive, NE-O e O-SO, con deviazioni successive di $135^\circ + 45^\circ$, necessarie per il transito dalla pista di volo secondaria 04L/22R alla nuova via di rullaggio TN.

TABELLA DATI			
Steering medio ($^\circ$)			30
Cambio di direzione nella taxiway ($^\circ$)			135
Raggio dell'asse della taxiway (m)	R		40
Larghezza della taxiway (m)	X		30
Passo dell'aeromobile (m)	d		25,6
Larghezza carrello principale (m)	T		12,6
Margine di sicurezza (m)	M		4,5
Ratio	R/d		1,56

Dall'inserimento dei dati nelle formule per il calcolo dei parametri del moto e delle grandezze geometriche ad essi congruenti, e dall'utilizzo degli abaci dell'ICAO, segue una sintesi della traiettoria NE-O, con deviazione pari a 135° , e dell'ingombro trasversale del velivolo:

PRIMA MANOVRA			
$\lambda = X/2 - (M+T/2)$		4,19	m Max deviazione del carrello, senza ricorso al fillet
$\beta =$	Fig A1.15	9,5	$^{\circ}$ Angolo di sterzata corrispondente
$\lambda_{max} =$	Fig A1.14	8,7	m Max valore della deviazione del carrello
$\beta_{max} =$	Fig A1.16	38,5	$^{\circ}$ Angolo di sterzata corrispondente
$r = R - (\lambda_{max} + T/2 + M)$		20,49	m Raggio del fillet
$L1(\beta)$	Fig A1.17	50	m Lunghezza della tangente
$L2(\beta_{max})$	Fig A1.17	12,5	m Lunghezza della tangente
$L3$	$L1 - L2$	37,5	m Spazio da percorrere per la riduzione dal β_{max} a $9,5^{\circ}$
	$L3-d$	11,9	m Distanza di cui il carrello si trova oltre la fine della curva

A conclusione della rotazione di 135° , l'aeromobile non si è ancora del tutto riallineato rispetto all'asse del raccordo, che adesso è rettilineo, ma il suo carrello principale è rientrato sufficientemente perché lo scarto del suo centro dalla linea d'asse non richieda più un allargamento della pavimentazione strutturale. Ci sarà quindi necessità di un tratto rettilineo per l'azzeramento dello scarto. Nel caso, la lunghezza disponibile non è sufficiente:

MOTO SUL TRATTO RETTILINEO DOPO LA CONCLUSIONE DELLA PRIMA MANOVRA			
Lunghezza disponibile L		49,6	m
Deviazione iniziale (λ)		4,19	m
Percentuale del passo		16,37	%
Tratto residuo L-L3 (m)		12,1	m Distanza percorsa dal centro del carrello
Percentuale del passo		47,27	%
	Fig A1.7	0,1	% Deviazione finale del centro del carrello , % del passo
		2,56	m Deviazione finale, all'inizio della nuova manovra
		5,50	$^{\circ}$ Deviazione angolare corrispondente

Dalla tabella risulta che la seconda manovra inizia quando la prima non si è del tutto compiuta.

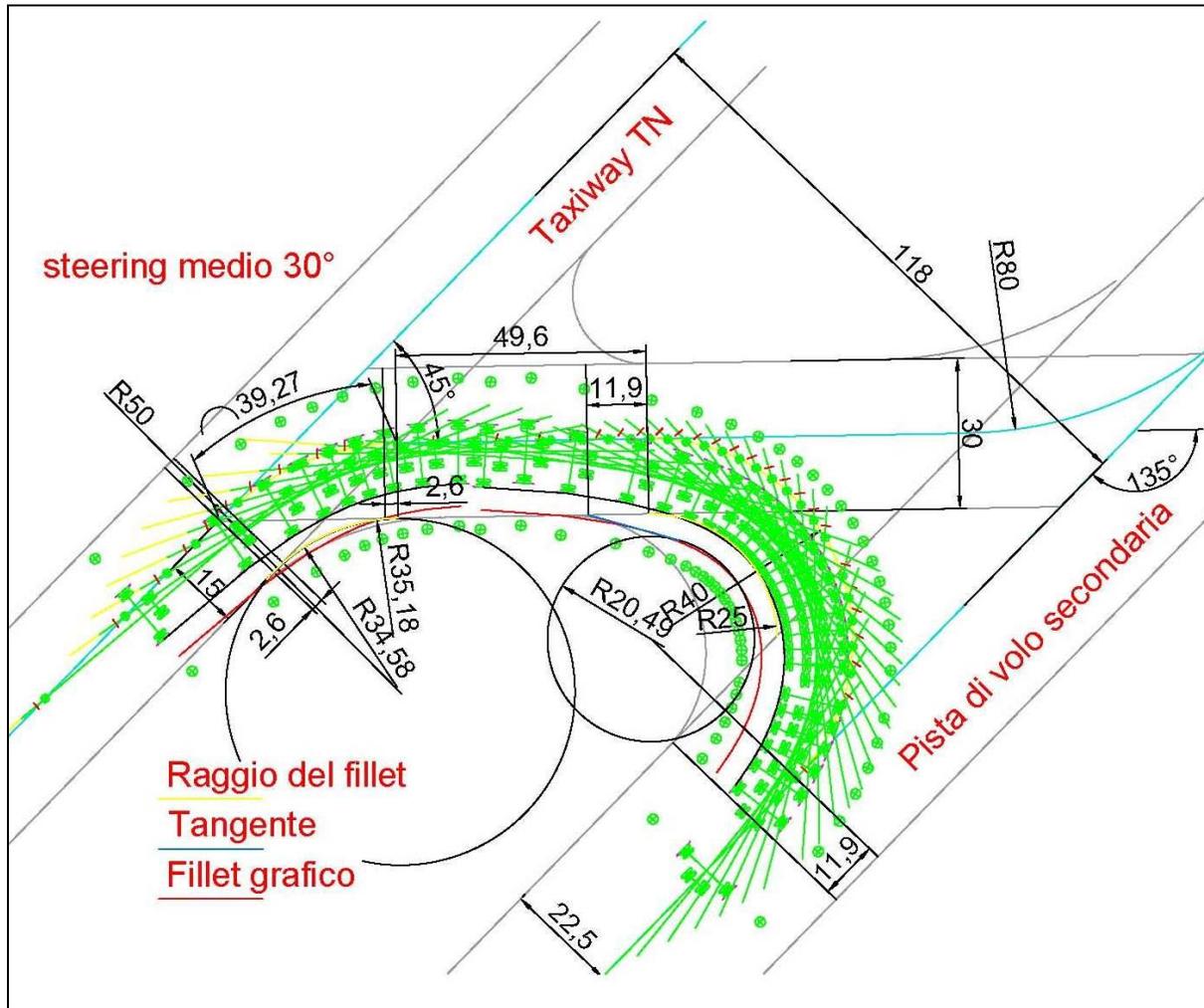
La seconda manovra dunque si avvia quando il velivolo non ha ancora completato il riallineamento. Vediamo nella prospetto riassunto sotto, come si forma la seconda manovra, con il medesimo significato dei simboli.

La deviazione in partenza è di m 2,56, corrispondente a un angolo di ca $5,5^{\circ}$.

SECONDA MANOVRA	
TABELLA DEI DATI	
Steering medio ($^{\circ}$)	30

Cambio di direzione nella taxiway ($^{\circ}$)		45	
Raggio dell'asse della taxiway (m)	R	50	
Larghezza della taxiway (m)	X	30	
Passo dell'aeromobile (m)	d	25,6	
Larghezza carrello principale (m)	T	12,6	
Margine di sicurezza (m)	M	4,5	
Ratio	R/d	1,95	
$l=$	$X/2 - (M+T/2)$	4,19	m
$b=$	Fig A1.15	9,5	$^{\circ}$
$l_{max}=$	Fig A1.14	4,61	m
$b_{max}=$	Fig A1.16	23	$^{\circ}$
$r =$	$R-(l_{max}+T/2+M)$	34,58	m
L1 (b)	Fig A1.17	49	m
L2(b_{max})	Fig A1.17	26	m
L3	L1 - L2	23	m
	L3-d	-2,6	m

In conclusione, l'analisi e verifica del fillet è stata condotta su tutti i raccordi che compaiono nel nuovo assetto del lato aria. In particolare, il raccordo "Q" è stato verificato per il transito di un aeromobile tipo "F".



Verifica del fillet