

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

MASTER PLAN 2023 - 2037

PIANIFICAZIONE

ELABORATO

STUDIO ADVANCED AIR MOBILITY E
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO

COD. MIA MACRO INT.: **VCE - ALT 3 4 7**

CODICE MIA: **VCE - ALT 4 6 9**

COD. C.d.P.: **0 0 2 3** COMMESSA: **CO829**

CODICE ELABORATO

PI - SA07.0 - 02

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROV.	P.M. SAVE	NOME FILE: PI-SA07.0-02.dwg
0	Nov. 2023	Prima emissione	InCiDe	PHP	vedi verbale	F.Sartor	FILE DI STAMPA:
1	Mar. 2024	Agg. per verifiche SAVE	InCiDe	PHP	vedi verbale	F.Sartor	
2	Lug. 2024	Modifica Vertiporto Airside	InCiDe	PHP	vedi verbale	F.Sartor	SCALA: VARIE

PROGETTISTA

incide
engineering

PROGETTISTA: INCIDE ENGINEERING S.r.l.
DIRETTORE TECNICO: Ing. Gianluca Vallerini
Ordine degli Ingegneri di Venezia - n. 2232
Sede Legale: Via Armistizio, 13 - 35142 Padova (Italia)
Uffici: Via S. Francesco, 91 - 35121 Padova (Italia)
telefono: +39/049 8774150
telefax: +39/049 8774836
e-mail: incide@incide.it

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
SAVE S.p.A.

Ing. Davide Bassano

COMMITTENTE

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

ing. Corrado Fischer

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
PROGETTAZIONE

ing. Franco Dal Pos

URBANV S.p.A.
CONSULENTE AIR MOBILITY
Via Generale Felice Santini snc,
00054 Fiumicino Rome Italy



ALLEGATO VERBALE
PP001-CDP0.02.3-SP-REV00

INDICE

INDICE	1
1 INTRODUZIONE ADVANCED AIR MOBILITY	3
2 MASTERPLAN AAM PER LO SCALO DI VENEZIA	5
2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
2.2 CONFIGURAZIONI DI PROGETTO	7
2.3 FASI REALIZZATIVE DEL PROGETTO	9
2.3.1 DETTAGLIO DELLE FASI.....	9
2.4 Vertiporto Landside	11
2.4.1 Posizionamento e sviluppo dell'infrastruttura	12
2.4.2 Landside L.2 (Tav. PI -SA05.0-01 e Tav. PI -SA05.1-01)	14
2.4.3 FASI DI PROGETTO	14
2.5 Vertiporto Airside	16
2.5.1 Posizionamento e sviluppo dell'infrastruttura	18
2.5.2 Opzione A.1 (Tav. PI -SA06.0-01)	20
2.5.3 Coperture temporanee ad Igloo – Alternative meno impattanti.....	21
2.5.4 Paesaggio e biodiversità – Ambito Lagunare	22
2.6 Principali requisiti per il posizionamento dell'infrastruttura.....	23
3 ANALISI DI TRAFFICO	25
3.1 Analisi del numero di movimenti	25
3.2 Ore e Giorni Di Operatività.....	26
3.3 Stima Numero Passeggeri Totali	27
4 RIFERIMENTI NORMATIVI	28
5 DIMENSIONAMENTO INFRASTRUTTURE	29
5.1 PARAMETRI PER LA PROGETTAZIONE DEL "SISTEMA VERTIPORTO"	29
5.1.1 Velivoli eVTOL di riferimento per progettazione	29
5.1.2 Profilo di volo.....	31
5.2 SPECIFICHE TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE	32
5.3 VELIVOLO CRITICO D-VALUE 18,50.....	34
5.4 VELIVOLO CRITICO D-VALUE 16,00.....	35
5.5 SISTEMA DI RICARICA BATTERIE VTOL	36
5.5.1 Super fast charge system.....	36
5.5.2 BCS & Battery Swapping	36
5.5.3 Ipotesi Adottata – Sistema di ricarica "Soluzione ibrida"	36
6 VALUTAZIONE E LIMITAZIONI OSTACOLI	37
6.1 SUPERFICI DI LIMITAZIONE OSTACOLI.....	37
6.1.1 Superficie di salita curva di avvicinamento e decollo per tutte le FATO	39

6.1.2	Superfici separate da 135°	39
6.1.3	Superfici di avvicinamento e decollo	40
6.2	VOLUMI DI LIMITAZIONE OSTACOLI	43
6.2.1	Superfici di avvicinamento e decollo	44
7	LIMITI POSIZIONAMENTO INTERVENTI	47
7.1	LANDSIDE – ZONA DI RISCHIO D	48
7.2	AIRSIDE – ZONA DI RISCHIO C	48
8	TERMINAL CONCETTO ARCHITETTONICO	49
8.1	PROPOSTA ‘ORIGAMI’	49
8.2	ALTERNATIVE ‘VENTAGLIO’ E ‘FAVO’	51
8.3	PROPOSTA	53
8.4	ALTERNATIVA “COMPACT” – SOLUZIONE ADOTTATA	54
9	SUPERFICI DI LIMITAZIONE	55
10	IPOTESI TECNOLOGICHE	56
10.1	Vertiporto LAND SIDE	56
10.1.1	Ipotesi 1	56
10.1.2	Ipotesi 2	56
11	ALTERNATIVE PROGETTUALI PER IL SITO AIRSIDE	57
11.1	VALUTAZIONI TECNOLOGIA PER VERTIPORTO AIR SIDE - ALTERNATIVA PROGETTUALE	59
11.1.1	Vertiporto con ampliamento banchina	60
11.1.2	Vertiporto su palificata	61
11.1.3	Vertiporto galleggiante	62
11.1.4	Eventuale Alimentazione UtENZE	64
12	FABBISOGNO ENERGETICO E PUNTI DI PRELIEVO	65
12.1	Fabbisogno energetico per fase	65
12.2	Alimentazione vertiporti	65
13	CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	67
13.1	Ipotesi per la composizione della stima	67
13.2	Vertiporto AIR SIDE – IMPORTO LAVORI	68
13.3	Vertiporto LAND SIDE - IMPORTO LAVORI	69
13.4	ESCLUSIONI	70
13.4.1	Prescrizioni da pratiche o richieste ENTI	70

1 INTRODUZIONE ADVANCED AIR MOBILITY

Alcune tecnologie emergenti come l'elettrificazione, la digitalizzazione, l'intelligenza artificiale, i droni e il 5G, stanno modificando radicalmente il mondo dell'aviazione, rendendo possibili nuovi paradigmi aeronautici e modalità di spostamento di merci e persone in ambito urbano ed extraurbano fino ad oggi inimmaginabili.

Tali forme di trasporto e servizi, solitamente raggruppate con l'appellativo di Advanced Air Mobility – AAM o Urban Air Mobility - UAM, sono rese possibili grazie allo sviluppo di nuovi velivoli innovativi, sicuri, silenziosi, sostenibili e competitivi dal punto di vista economico, adatti ad operare in aree popolate, urbane e ad essere integrati, in un'ottica multimodale, nel sistema di trasporto locale e regionale.

I principali elementi che caratterizzano tali sistemi aerei sono: propulsione elettrica, decollo e atterraggio verticale (eVTOL – electrical vertical take off and landing), con o senza pilota a bordo (UAS - Unmanned Aerial System), utilizzo di nuovi materiali compositi molto leggere e resistenti, tecnologie digitali per il controllo del volo, ridotto inquinamento acustico o quasi nullo, zero emissioni inquinanti a livello locale, bassi costi di manutenzione ed operativi. Caratteristiche queste che, diversamente dagli elicotteri, consentono nuove forme di trasporto passeggeri e cargo in prossimità di aree urbane densamente popolate.

Per fare fronte a queste esigenze e concretizzare lo sviluppo della mobilità aerea avanzata in Italia, l'ENAC nel 2021, in coordinamento con il MIMS, ha elaborato e pubblicato il "Piano Strategico Nazionale per la Mobilità Aerea Avanzata (AAM) 2021-2030" dove sono esplicitati la visione nazionale, gli obiettivi strategici, una Roadmap tecnologico-regolamentare. Tale strategia è costruita intorno a quattro innovative applicazioni target:

- trasporto di persone in ambiente urbano ed extraurbano (air-taxi);
- trasporto di merci generiche e materiale biomedicale (medical & goods delivery);
- ispezione e mappatura di aree ed infrastrutture (inspection and mapping);
- supporto all'agricoltura (agricultural support).

In particolare, per quanto riguarda "il trasporto di persone in ambiente urbano ed extraurbano", il suddetto piano segnala la necessità di guardare ad un nuovo concetto di "viaggio per via aerea" che superi la singola tratta del volo commerciale aprendosi all'impiego dei velivoli sostenibili di nuova generazione e creando un ecosistema intermodale, accessibile, affidabile, efficiente e sicuro a basso impatto ambientale e territoriale.

Le quattro applicazioni target selezionate attorno alle quali la Roadmap è stata costruita sono:

*1. Trasporto di
persone in
ambiente urbano
ed extraurbano
(air-taxi)*



*2. Trasporto di
merci generiche e
materiale
biomedicale*



*4. Supporto
all'agricoltura*



*3. Ispezione e
mappatura di aree
ed infrastrutture*

Fig. 1 – Applicazioni target AAM

2 MASTERPLAN AAM PER LO SCALO DI VENEZIA

Considerato che:

- l'attuale normativa EASA per gli UAS (Unmanned Aircraft Systems) non definisce specifici requisiti infrastrutturali per le aree di atterraggio e decollo dei droni;
- i sistemi UAS di piccole e medie dimensione (ovvero sistemi di aeromobili senza equipaggio Unmanned Aircraft System, comunemente denominati "droni" sono costituiti da un mezzo aereo, e dai relativi componenti necessari per il controllo e comando remoto) per peso, profilo di volo e caratteristiche tecniche necessitano di aree di atterraggio e decollo di ridotte dimensioni che non necessitano di attività di pianificazione tramite master plan; eventuali future implementazioni sullo scalo di Venezia saranno pertanto valutate negli opportuni tavoli tecnici con ENAC in funzione dell'evoluzione normativa;
- ad oggi l'unico riferimento normativo per la pianificazione di infrastrutture connesse all'AAM è il documento EASA "Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft", pubblicato a Marzo 2022, che si applica ai soli velivoli eVTOL per trasporto passeggeri e cargo certificati in "Category Enhanced" secondo la norma EASA SC-VTOL-01 "Special Condition for small-category VTOL aircraft".

Nel Masterplan dello scalo di Venezia, con riferimento alle quattro applicazioni target definite dal "Piano Strategico Nazionale per la Mobilità Aerea Avanzata (AAM) 2021-2030", si è deciso di analizzare e pianificare le sole infrastrutture per l'AAM connesse al servizio di "trasporto di persone in ambiente urbano ed extraurbano" o di "merci generiche e materiale biomedicale" effettuato con velivoli VTOL certificati in "Category Enhanced" secondo la norma EASA SC-VTOL-01.

	Aircraft certification according to SC-VTOL categories				
	Enhanced			Basic	
	Passenger transport		Cargo	Passenger (non-commercial)	Cargo
	Commercial	Non-commercial			
Manned operation	Yes	Yes	Yes	n/a	n/a
Unmanned operation	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Fig. 2 – Matrice di applicabilità per PTS-VPT-DSN

Yes: applicabile

n/a: non applicabile

Tale scelta, in linea con le indicazioni contenute nel "Piano nazionale per gli aeroporti" (proposta di piano di ottobre 2022), scaturisce dalla consapevolezza che lo scalo di Venezia deve essere volano per l'adozione di un sistema di AAM che consenta lo spostamento di persone e merci efficace ed efficiente all'interno della Regione Veneto e dall'obiettivo di effettuare le prime dimostrazioni inerenti mezzi e infrastrutture AAM su Venezia in occasione delle Olimpiadi invernali di Milano-Cortina del 2026.

Precisamente nel presente Masterplan è stata definita la realizzazione di un “sistema vertiporto” a servizio dei velivoli eVTOL costituito da due infrastrutture:

- una airside (ad Est delle piste di volo 04/22) a servizio dei collegamenti “urbani” con le varie isole della laguna che permette una integrazione seamless con il trasporto aereo tradizionale;
- una landside (ossia ad Ovest) per i servizi di collegamento “regionali” verso l’entroterra che permette uno scambio intermodale con tutte le altre infrastrutture di trasporto presenti o pianificate sullo scalo di Venezia rif. Fig. 3 – Sistema di interscambio modale VCE 2037

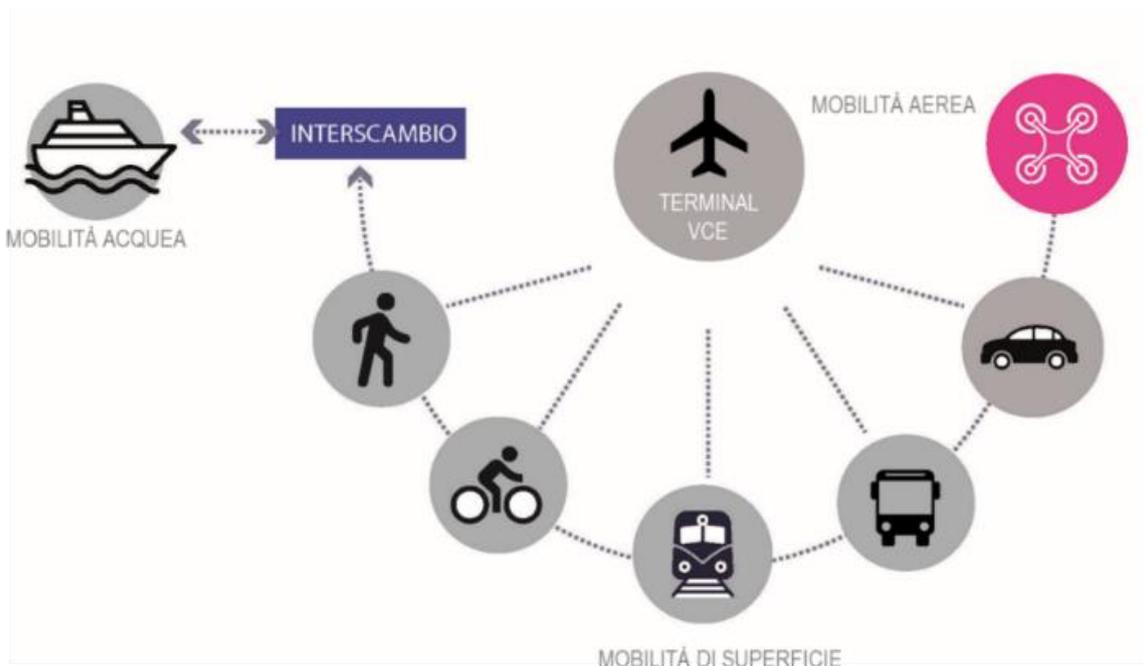


Fig. 3 – Sistema di interscambio modale VCE 2037

La realizzazione del “sistema vertiporto” nello scalo di Venezia è stata modulata in fasi in modo da seguire lo sviluppo tecnologico e normativo della AAM e al contempo consentire sin dal 2027 le prime dimostrazioni inerenti mezzi e infrastrutture. La suddivisione in lotti consente anche una dilazione temporale degli investimenti con lo scopo di seguire la crescita del mercato dell’AAM in termini di domanda e offerta dei nuovi servizi di trasporto sia passeggeri che merci.

2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Elaborati di riferimento dello studio di pre-fattibilità:

	Tavole: VERTIPORTI
PI-SA05.0-01	Planimetrie di inquadramento e di studio preliminare delle interferenze: PROGETTO VERTIPORTO LAND SIDE - FASE 1 - DISPONIBILE AL 2026
PI-SA05.1-01	Planimetrie di inquadramento e di studio preliminare delle interferenze: PROGETTO VERTIPORTO LAND SIDE - FASE 4 - DISPONIBILE AL 2035
PI-SA06.0-01	Planimetrie di inquadramento e di studio preliminare delle interferenze: PROGETTO VERTIPORTO AIR SIDE - FASE 1 - DISPONIBILE AL 2026
PI-SA07.0-02	Studio Advanced Air Mobility e relazione illustrativa del progetto

2.2 CONFIGURAZIONI DI PROGETTO

Considerato che ad oggi non sono ancora state definite le norme tecniche per l'integrazione dell'AAM nel contesto aeroportuale e con le procedure di volo standard, come già rappresentato al paragrafo precedente, si è ipotizzato in sede di Masterplan un sistema vertiporto per lo scalo di Venezia costituito da due infrastrutture, una airside e una landside.

Questo approccio abilita i due potenziali network di collegamenti AAM con velivoli eVTOL verso la laguna e verso l'entroterra senza determinare interferenze con le procedure strumentali IFR esistenti sullo scalo di Venezia (es. ILS CAT III su pista 04R, avvicinamenti VOR e RNP su pista 22L, SID, ecc) poiché evita che i velivoli eVTOL durante le loro operazioni attraversino le piste di volo (04R/22L e 04L/22R).

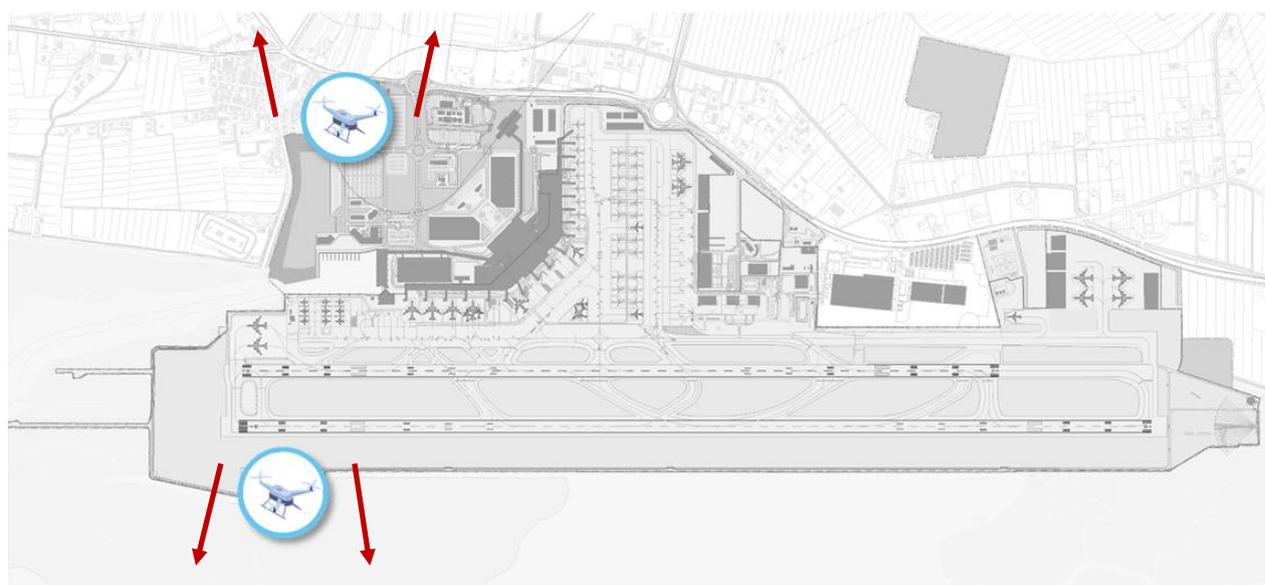




Fig. 4 – Localizzazione del “sistema AAM” nel sedime di VCE

Dove:

Landside (L)

Opzione L.2

Airside (A)

Opzione A.1

In tal modo la capacità del sistema Airside dello scalo di Venezia, di fondamentale importanza per supportare l’aumento di traffico previsto nello scenario 2027-2037, viene garantita.

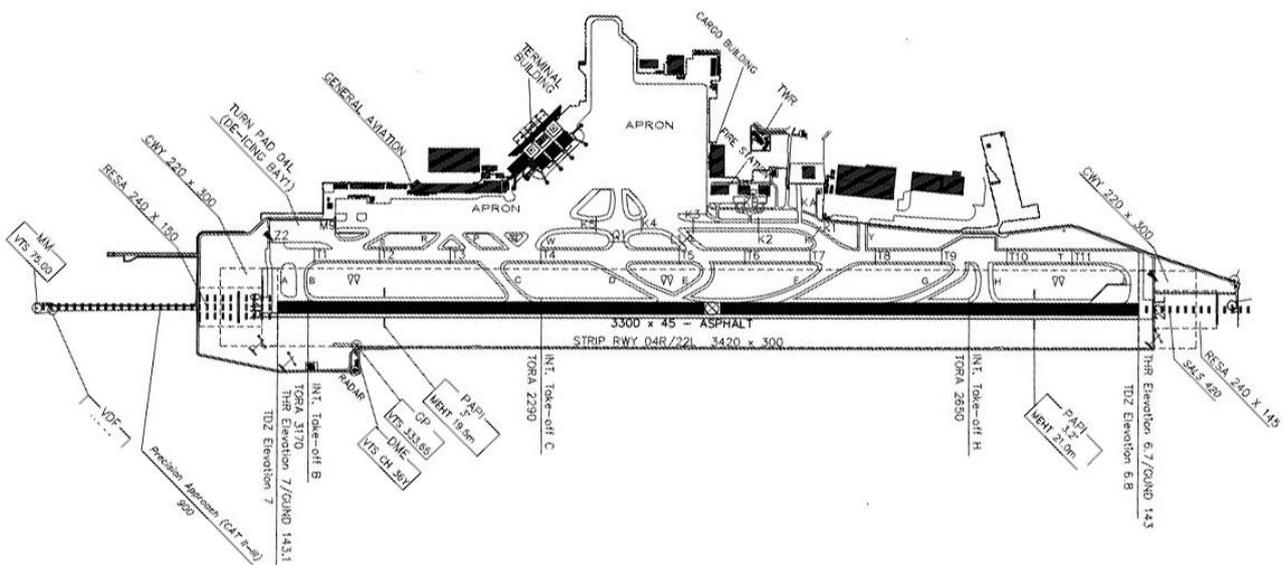


Fig. 5 – Aerodrome chart ICAO Rwy 04R/22L

2.3 FASI REALIZZATIVE DEL PROGETTO

Le fasi principali che guidano lo sviluppo del sistema Vertiporto sono le seguenti per sito:

Land side

- Fase 1 (minima, a terra) disponibile nel 2026
- Fase 2 (sopra al parcheggio, 1 fato) disponibile nel 2030
- Fase 3 (sopra al parcheggio, completamento) disponibile nel 2035

Air side

- Fase 1 (minima) disponibile nel 2026

Per la realizzazione di queste milestone principali, dovranno essere considerate ulteriori fasi intermedie, meglio specificate nel dettaglio seguente:

2.3.1 DETTAGLIO DELLE FASI

Per entrambi i siti (Land side ed Air side), saranno realizzati nella prima fase dei Vertiporti provvisori, sia in funzione della domanda che all'inizio sarà ridotta ma sempre più crescente, sia per un coordinamento propedeutico con le necessità operative necessarie alle realizzazioni.

Fase 1 – Disponibile dal 2026:

Land side

Il vertiporto provvisorio sarà posizionato su una piastra in c.a. e asfalto. Saranno realizzati 2 STAND, 1 FATO e 1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (Taxiway). Un terminal con sala d'attesa, servizi e locali tecnici.

Il dimensionamento dell'infrastruttura di volo in questa soluzione seguirà quanto previsto con Dvalue massimo di 18.5 m.

Air side

Sarà realizzato uno STAND e una FATO collegati da una taxiway, tutto all'interno del sedime aeroportuale attuale. Il dimensionamento dell'infrastruttura di volo è stato studiato con un Dvalue massimo di 16m per ridurre al minimo lo spazio occupato.

Sarà inoltre già predisposta la nuova viabilità adeguando l'esistente. La realizzazione richiede un investimento minimo di avvio.

Fase 2 – Dal 2026 al 2030:

Land side

Mentre il vertiporto provvisorio sarà in funzione verrà cantierizzata la realizzazione del parcheggio a due piani lato ovest.

Fase 3 – Disponibile dal 2030:

Land side

Completata la struttura del parcheggio a due piani del lato ovest, nella copertura di questo saranno predisposti 2 STAND, 1 FATO e 1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e

STAND (Taxiway) sarà adeguata ed estesa anche la viabilità mezzi di rampa e una rampa carrabile per l'accessibilità ai mezzi di emergenza.

Sarà realizzato anche una prima parte del terminal con sala d'attesa, servizi e locali tecnici.

I collegamenti verticali avverranno mediante una scala interna, un ascensore e un montacarichi per la movimentazione di merce.

Entro il 2035 verrà completata la cantierizzazione della restante parte del parcheggio su due piani a est.

Fase 4 – Disponibile dal 2035:

Land side

Realizzato il parcheggio su due piani in copertura sarà completato il vertiporto con l'implementazione di 2 STAND, 1 FATO e 1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (Taxiway) sarà adeguata ed estesa anche la viabilità mezzi di rampa e anche una rampa carrabile per l'accessibilità ai mezzi di emergenza.

Verrà anche completato il terminal con ulteriori locali al servizio dell'attività, una scala e un ascensore.

2.4 VERTIPORTO LANDSIDE

Il Vertiporto Landside, in questa fase di ipotesi progettuale, trova il suo inserimento in un'area attualmente libera e non edificata, ove nel nuovo Master Plan aeroportuale prevederà la realizzazione di nuovi posti auto destinati all'aeroporto, e transitanti per la darsena presente nell'aeroporto.



Fig. 6 – Pianta inserimento Sito Land side

L'area identificata è all'interno del sedime aeroportuale, e confina a Nord/Ovest con l'abitato di Tesserà ed è al di fuori dal limite Airside dell'aeroporto e potenzialmente edificabile.

Lo stato dei luoghi in oggetto descrive un'area attualmente non edificata ed utilizzata come un deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo, confinante ai limiti nord/ovest con alcune abitazioni abitate e non. Di seguito si riportano delle immagini che illustrano lo stato dell'area in oggetto:





Fig. 7 – Stato di fatto del sito Land side

2.4.1 POSIZIONAMENTO E SVILUPPO DELL'INFRASTRUTTURA

Gli elementi cardine che definiscono il posizionamento e lo sviluppo dell'infrastruttura del Vertiporto sono le direttrici e le traiettorie di volo (decollo e atterraggio), il posizionamento della FATO, la distanza dalle piste aeroportuali, la direzione del vento prevalente ed eventuali ostacoli in prossimità.

Le FATO per poter consentire la piena operatività aeroportuale, devono essere posizionate ad un limite di 250 metri di distanza, dal lato della pista al punto tangente della FATO.

If aeroplane mass and/or VTOL-capable aircraft mass are	Distance between FATO edge and runway edge or taxiway edge
100 000 kg and over L.2	250 m

Note: The values specified in this table are primarily intended to mitigate risks of wake turbulence encounters. In addition to this table, when positioning a FATO intended to be used simultaneously with a nearby runway or taxiway, attention should be given to other CS ADR-DSN requirements such as the minimum runway strip width. Local environment should be taken into account when setting the separation between the FATO and nearby infrastructure elements to ensure the safety of simultaneous operations.

Fig. 8 – FATO minimum separation distance

Il vento prevalente nell'aeroporto di Venezia si sviluppa, secondo specifici studi lungo la direzione delle attuali piste aeroportuali, pertanto l'ipotesi di posizionamento che è stata identificata come la migliore è quella di avere due FATO, posizionate parallele a minimo 250 metri di distanza (ed a 60 metri minimo di distanza fra di loro come richiesto dalla norma).

Oltre alla distanza minima, per lo sviluppo in altezza di eventuali ostacoli fissi, quali un terminal, un hangar o un manufatto in genere, viene richiesto di prestare attenzione a non forare le superfici che devono rimanere libere da ostacoli per garantire il corretto svolgimento delle operazioni di volo aeroportuali, che hanno delle altezze vincolanti indicate nelle mappe dei piani di transizione. Sono state effettuate queste analisi, meglio riassunte nel paragrafo delle conclusioni.

Per scelta strategica e funzionale si è definito che lo sviluppo massimo dell'infrastruttura del Vertiporto, potesse nell'ideale riscontrare la realizzazione di minimo 2 FATO e n. 4 STAND per la soluzione LandSide, dal 2035:

Vertiporto Landside:

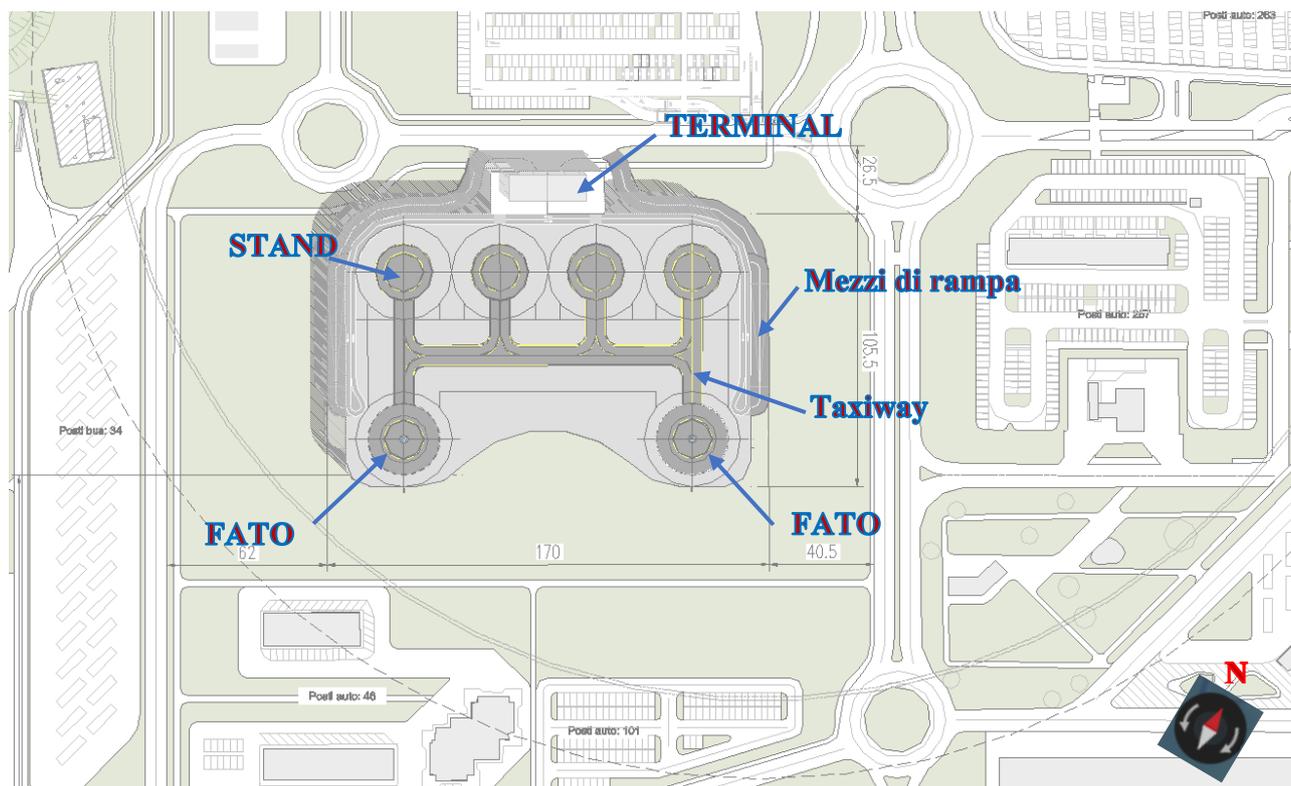


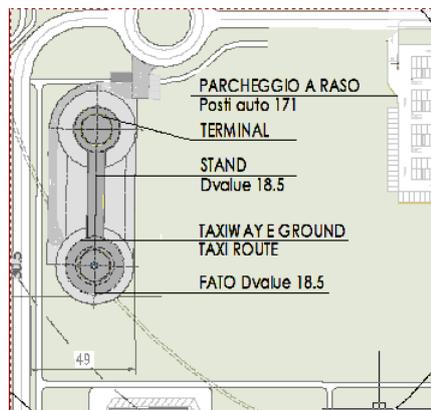
Fig. 9 – Vertiporto Land side Fase finale

La soluzione è pensata per essere sviluppata e realizzata per fasi, che prevede step realizzativi definiti negli anni 2026 – 2030 e 2035. L'immagine rappresentativa riportata qui sopra, descrive il completamento del progetto al 2035 che sarà composto delle seguenti opere:

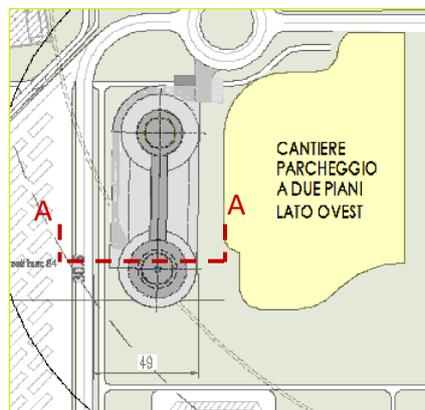
- N.2 FATO dimensionate con 1 DValue di 18,5 m;
- N.4 STAND dimensionati con 1 DValue di 18,5 m (i n.4 stand saranno ricavati all'interno di un'area che definisce un unico piazzale) ;
- N.1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (TAXIWAY);
- N.1 Terminal per la gestione dei flussi di passeggeri;
- Una viabilità esterna ed interna al vertiporto, una per i collegamenti con la viabilità aeroportuale ed un'altra per i collegamenti tra TERMINAL, STAND e FATO che possa permettere ai mezzi di rampa di essere percorsa e di mettere in collegamento tra loro queste infrastrutture.

2.4.2 LANDSIDE L.2 (TAV. PI -SA05.0-01 E TAV. PI -SA05.1-01)

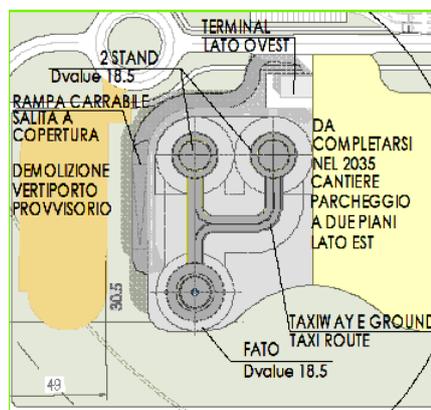
2.4.3 FASI DI PROGETTO



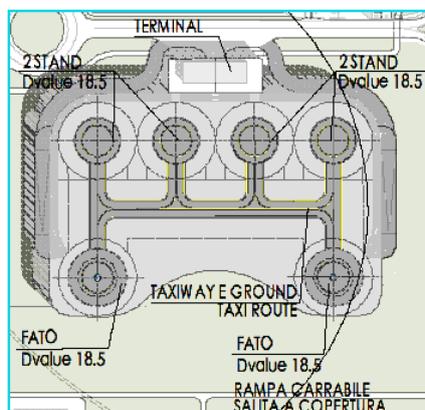
FASE 1 - DISPONIBILE DAL 2026



FASE 2 - DAL 2026 AL 2030



FASE 3 - DISPONIBILE DAL 2030 (vedi elaborato P-SA02.1-00)



FASE 4 - DISPONIBILE DAL 2035 (vedi elaborato P-SA02.1-00)

FASE 1 - 2026
Il vertiporto provvisorio sarà posizionato su una piastra in c.a. e asfalto. Saranno realizzati 1 STAND, 1 FATO e 1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (Taxiway). Un terminal con sala d'attesa, servizi e locali tecnici. Il dimensionamento dell'infrastruttura di volo in questa soluzione seguirà quanto previsto con Dvalue massimo di 18.5 m.

FASE 2 2026 / 2030
Mentre il vertiporto provvisorio sarà in funzione verrà cantierizzata la realizzazione del parcheggio a due piani lato ovest.

FASE 3 - 2030
Completata la struttura del parcheggio a due piani del lato ovest, nella copertura di questo saranno predisposti 2 STAND, 1 FATO e 1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (Taxiway) sarà adeguata ed estesa anche la viabilità mezzi di rampa e una rampa carrabile per l'accessibilità ai mezzi di emergenza. Sarà realizzato anche una prima parte del terminal con sala d'attesa, servizi e locali tecnici. I collegamenti verticali avverranno mediante una scala interna, un ascensore e un montacarichi per la movimentazione di merce. Entro il 2035 verrà completata la cantierizzazione della restante parte del parcheggio su due piani a est.

FASE 4 - 2035
Realizzato il parcheggio su due piani in copertura sarà completato il vertiporto con l'implementazione di 2 STAND, 1 FATO e 1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (Taxiway) sarà adeguata ed estesa anche la viabilità mezzi di rampa e anche una rampa carrabile per l'accessibilità ai mezzi di emergenza. Verrà anche completato il terminal con ulteriori locali al servizio dell'attività, una scala e un ascensore.

Di seguito si riporta una sezione tipologica di Fase 2, dal 2026 al 2030, con la schematica verifica dell'operatività del vertiporto rispetto alle altezze dei mezzi di cantiere limitrofi. Si evidenzia come la valutazione della compatibilità vada attenzionata durante tutte le fasi della progettazione.

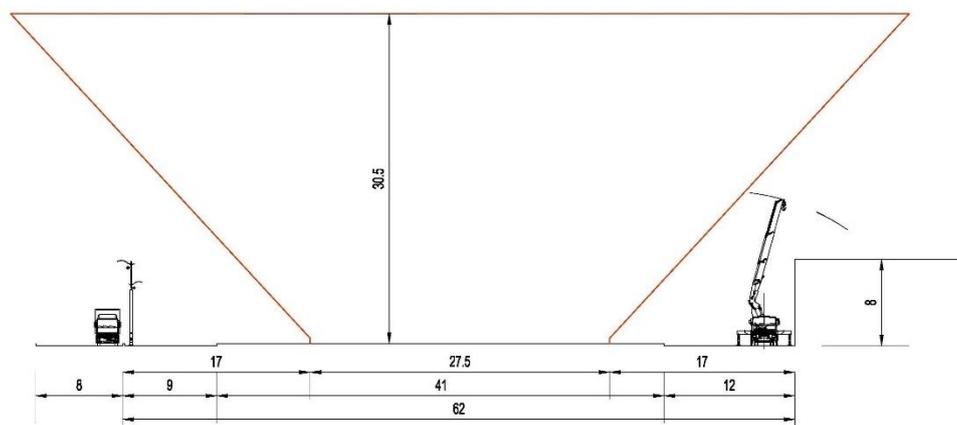
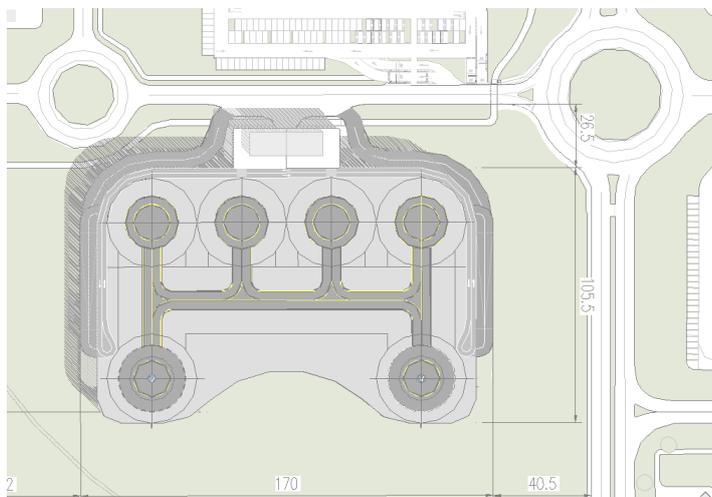


Fig. 10 – Sezione A-A

2.4.3.1 PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO



2.4.3.2 DATI PRINCIPALI

- Dimensioni in pianta 170 x 132 m;
- Infrastruttura di volo dimensionata con un D-value di 18,5m;
- Terminal con superficie di 300 mq e volume di 1.350 mc;
- Totale superficie occupata pari a 22.440 mq.

2.5 VERTIPORTO AIRSIDE

Il Vertiporto Airside, in questa fase di pianificazione e di identificazione delle soluzioni progettuali, trova collocazione sul bordo del sedime aeroportuale, affacciato sulla laguna di Venezia. L'area del vertiporto airside è in prossimità del confine aeroportuale, e considera una soluzione all'interno del confine aeroportuale.



Fig. 11 – Pianta inserimento Sito Air side

La prossimità delle piste impone di rispettare una serie di requisiti tecnici imprescindibili, legati all'operatività aeroportuale: nessuna sovrapposizione con le aree critiche aeroportuale e rispetto dei vincoli legati alle superfici di transizione.

Lo stato dei luoghi descrive un'area non edificata, dove c'è solo un volume tecnico, e attraversata dalla viabilità perimetrale dell'aeroporto. Nell'opzione A.1 siamo in prossimità di una cabina elettrica esistente di altezza dica 4 metri, la quale non crea interferenze con la realizzazione del vertiporto.

Si rileva inoltre che attualmente non sono presenti recinzioni che danno sulla laguna e delimitano il perimetro del sedime aeroportuale; nel caso futuro di una possibile realizzazione della recinzione aeroportuale, si dovrà valutare la compatibilità con l'operatività del vertiporto.

L'area interessata è di rilievo dal punto di vista ambientale, sia per il paesaggio sia per la conservazione (o il ripristino, nel caso in esame) della biodiversità. Le valutazioni e gli interventi

programmati in tale senso sono contenute nella sezione “Paesaggio e biodiversità” del Masterplan e nei documenti specifici sul tema allegati.

Tutti gli interventi per la realizzazione del vertiporto Airside dovranno essere particolarmente attenti agli aspetti ambientali, e progettati in modo da garantire la sostenibilità ambientale dell’opera.

Di seguito si riportano delle immagini che illustrano lo stato dell’area in oggetto:



Fig. 12 – Stato di fatto del sito Air side

2.5.1 POSIZIONAMENTO E SVILUPPO DELL'INFRASTRUTTURA

Gli elementi cardine che definiscono il posizionamento e lo sviluppo dell'infrastruttura del Vertiporto sono le direttrici e le traiettorie di volo (decollo e atterraggio), il posizionamento della FATO, la distanza dalle piste aeroportuali, la direzione del vento prevalente ed eventuali ostacoli in prossimità.

Nella prima fase di progetto (A.1) la FATO troverà collocazione a circa 200 m dal bordo pista pertanto verranno applicate limitazioni di volo per garantire la sicurezza delle operazioni simultanee.

If aeroplane mass and/or VTOL-capable aircraft mass are		Distance between FATO edge and runway edge or taxiway edge
5 760 kg up to but not including 100 000 kg	A.1	180 m
100 000 kg and over		250 m

Note: The values specified in this table are primarily intended to mitigate risks of wake turbulence encounters. In addition to this table, when positioning a FATO intended to be used simultaneously with a nearby runway or taxiway, attention should be given to other CS ADR-DSN requirements such as the minimum runway strip width. Local environment should be taken into account when setting the separation between the FATO and nearby infrastructure elements to ensure the safety of simultaneous operations.

Fig. 13 – FATO minimum separation distance

Vertiporto Airside A1:

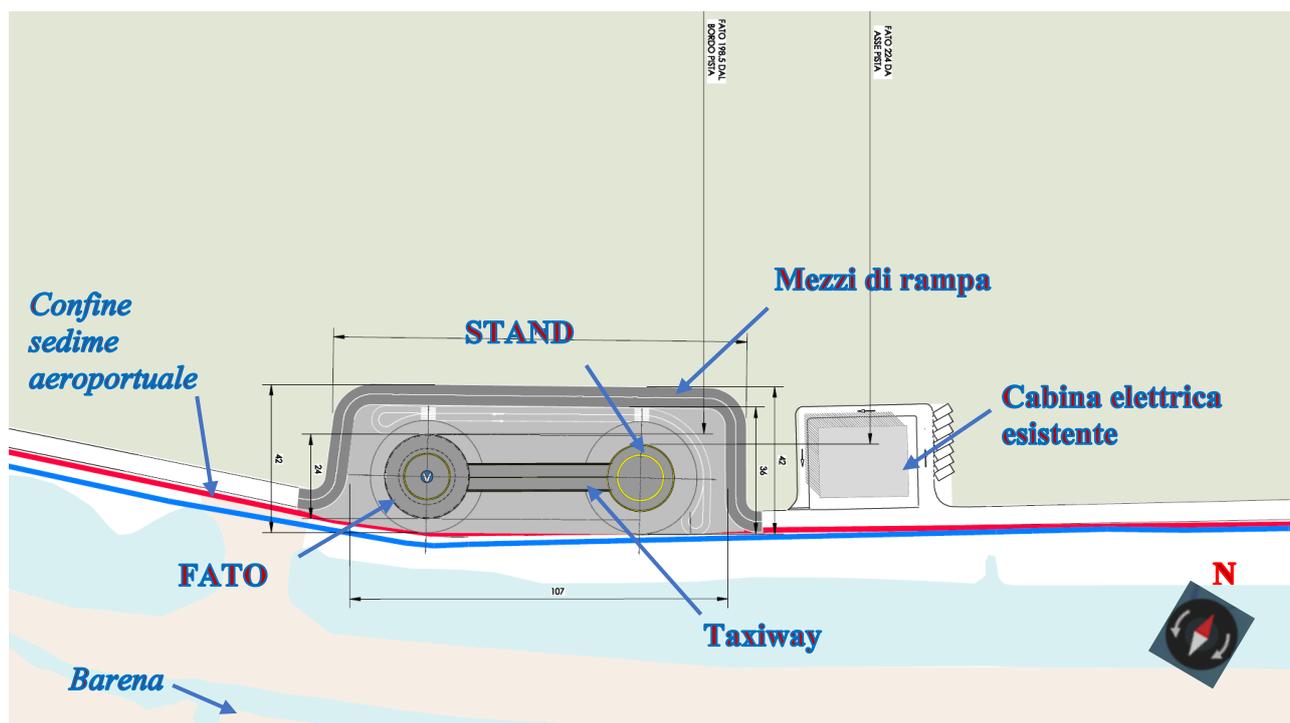


Fig. 14 – Vertiporto Air side Fase 1

Questa ipotesi prevede di essere sviluppata e realizzata in una unica fase. L'immagine rappresentativa riportata qui sopra, descrive il completamento del progetto al 2026 che sarà composto delle seguenti opere:

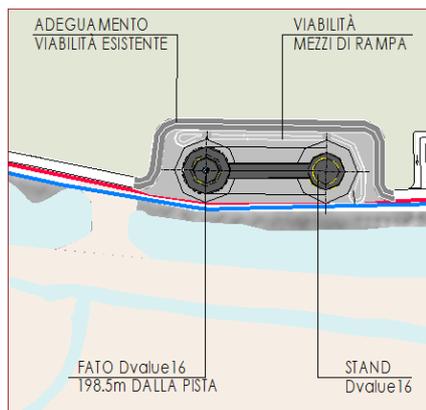
- N.1 FATO dimensionate con 1 DValue di 16 m;
- N. 1 STAND minimi (dimensionati con DValue di 16 m);
- N.1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (TAXIWAY);
- Una viabilità esterna al vertiporto per i collegamenti con la viabilità aeroportuale che possa permettere ai mezzi di rampa di essere percorsa e di mettere in collegamento tra loro queste infrastrutture.

In Airside, la soluzione A.1 prevede di partire in fase iniziale solamente con n.1 FATO ed 1 STAND, senza il Terminal passeggeri in quanto per l'avvio dell'infrastruttura non è ritenuto necessario. L'ipotesi A.1 garantisce una preventiva disponibilità dell'area, il progetto potrà avere avvio in una forma ridotta, con n.1 FATO e n.1 STAND collocate nel sedime aeroportuale (quindi su area attualmente già facente parte dell'aeroporto), dimensionate con un Dvalue minore (16m) per ridurre l'ingombro e renderlo compatibile con l'area a disposizione.

Tale situazione però limiterà l'utilizzo della struttura: infatti la FATO a 200m dalla pista (inferiori a 250m previsti) impone vincoli al volo dei velivoli in ragione dei limiti posti dall'operatività aeroportuale. In tale situazione, gli eVTOL potranno volare solamente a certe condizioni.

2.5.2 OPZIONE A.1 (TAV. PI-SA06.0-01)

2.5.2.1 FASI DI PROGETTO

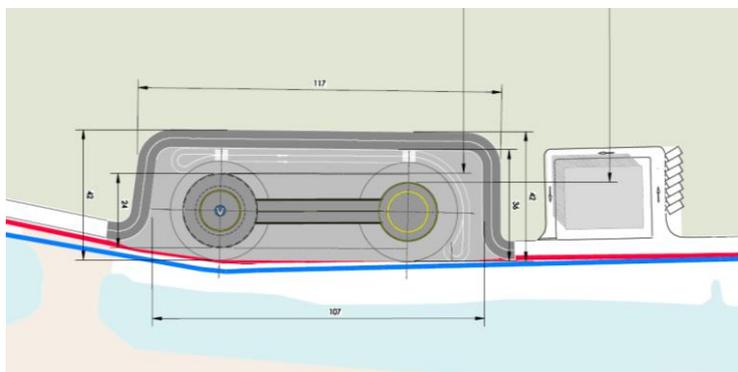


FASE 1 - disponibile nel 2026

FASE 1 - 2026

Sarà realizzato uno STAND e una FATO collegati da una taxiway, tutto all'interno del sedime aeroportuale attuale. Il dimensionamento dell'infrastruttura di volo è stato studiato con un Dvalue massimo di 16m per ridurre al minimo lo spazio occupato. Sarà inoltre già predisposta la nuova viabilità adeguando l'esistente. La realizzazione richiede un investimento minimo di avvio.

2.5.2.2 PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO A.1



2.5.2.3 DATI PRINCIPALI

- Infrastruttura di volo dimensionata con un D-value di 16m;
- Dimensioni totali in pianta dell'area di intervento 109x38m circa.

Non si ritiene per ora necessario inoltre, valutare come oggetto di ulteriori analisi l'inserimento di un hangar di manutenzione ed un'eventuale copertura per lo stand, in modo che il velivolo possa essere ricoverato provvisoriamente in un'area coperta, l'obiettivo è infatti quello di poter mantenere limitata l'espansione ulteriore attraverso un layout compatto.

Per impostare la manutenzione vi sono ipotesi di soluzione ad Igloo che prevede un sistema temporaneo e flessibile, occupando la piazzola più lontano alla FATO.

2.5.3 COPERTURE TEMPORANEE AD IGLOO – ALTERNATIVE MENO IMPATTANTI

Per entrambi i siti (Land side e Air side), in alternativa alla realizzazione di hangar di manutenzione e vere e proprie coperture definitive, si è fatta ipotesi di adottare soluzioni più flessibili, temporanee e di meno impatto sia ambientale che economico.

Di seguito di riportano alcune immagini di tecnologie commerciali di riferimento:



Fig. 15 – Copertura per ricovero temporaneo eVTOL su STAND esistente

Questa soluzione flessibile e temporanea, è uno spunto per implementazioni successive all'avvio del sistema.

2.5.4 PAESAGGIO E BIODIVERSITÀ – AMBITO LAGUNARE

Gli interventi a progetto non modificheranno la struttura morfologica artificiale a barena garantendo lo sviluppo naturale delle comunità vegetazionali e faunistiche di pregio fino alla formazione di habitat, non limitando il processo di colonizzazione dei canneti e lo sviluppo della vegetazione alofila.

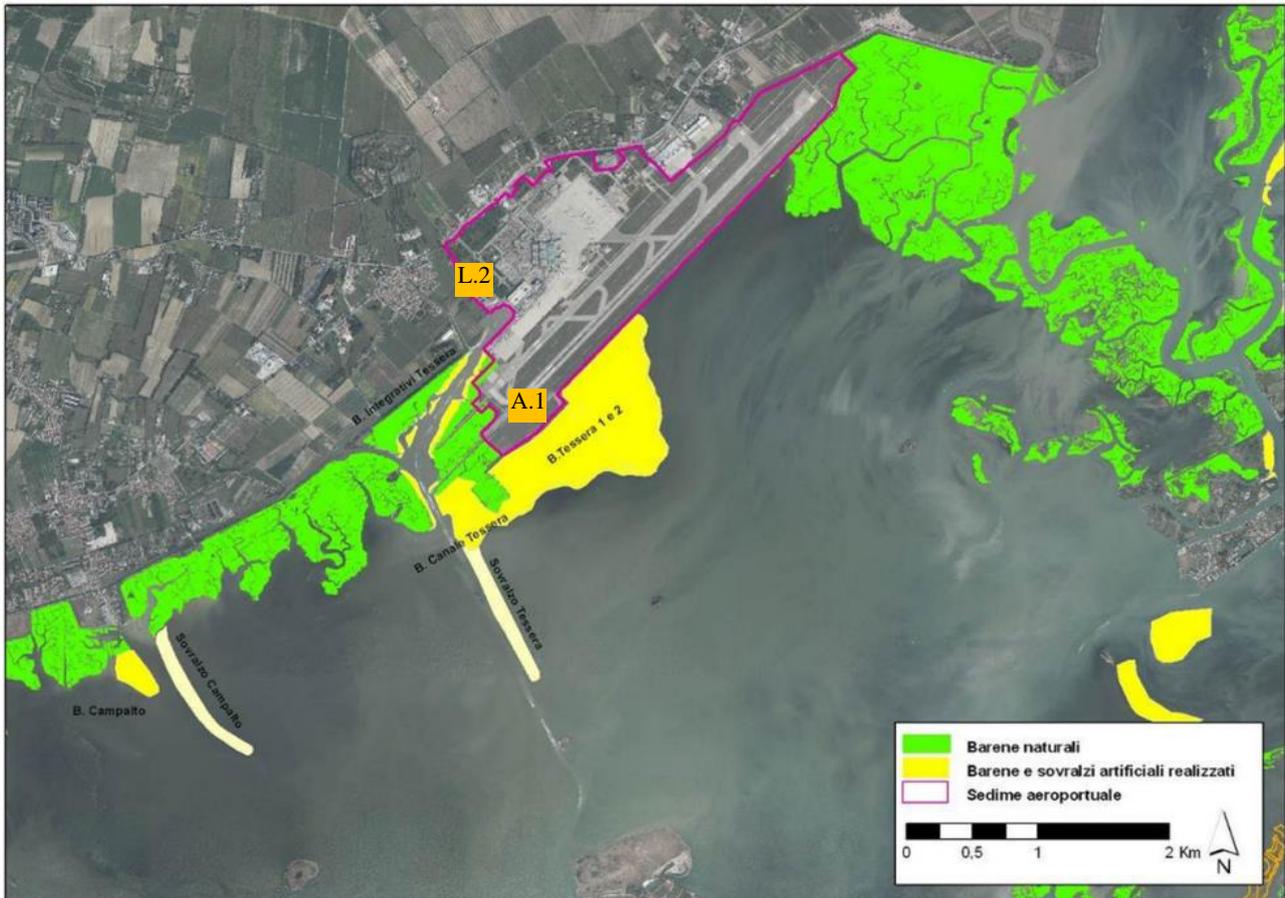


Fig. 16 – Strutture morfologiche dell’ambiente lagunare nell’area vasta. Elaborazione su foto aerea da volo anno 2013.

2.6 PRINCIPALI REQUISITI PER IL POSIZIONAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA

1. Evitare interferenze con le radioassistenze presenti in aeroporto;

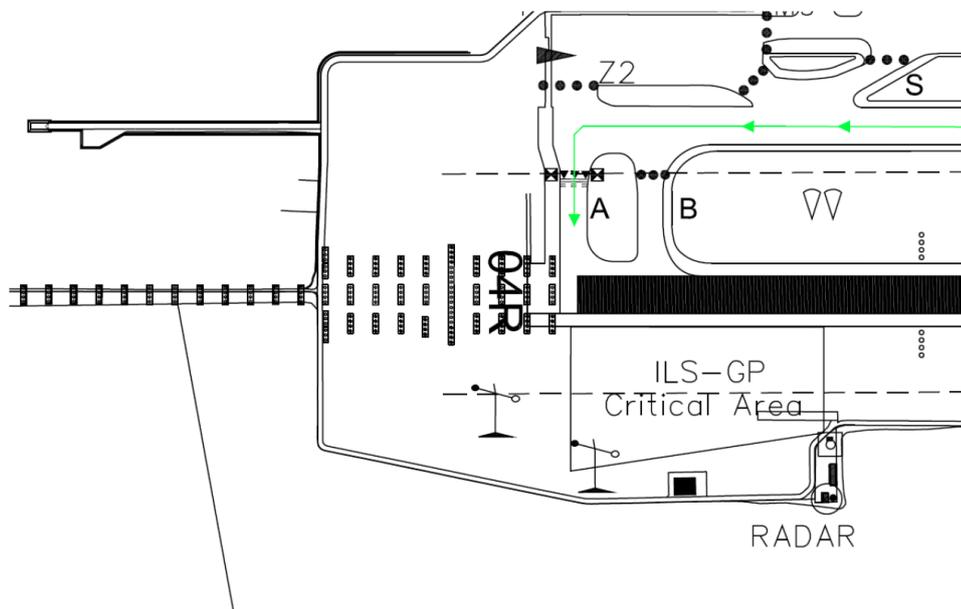


Fig. 17 – Estratto planimetria Radio assistenze aeroporto VCE

Per la valutazione di eventuali interferenze elettromagnetiche si faccia riferimento al documento preliminare PI-SA02.3-00 allegato in appendice, sviluppato in fase di pre fattibilità, che considera la condizione più critica.

2. Rispettare le superfici ostacoli a protezione delle operazioni sulle piste di volo;

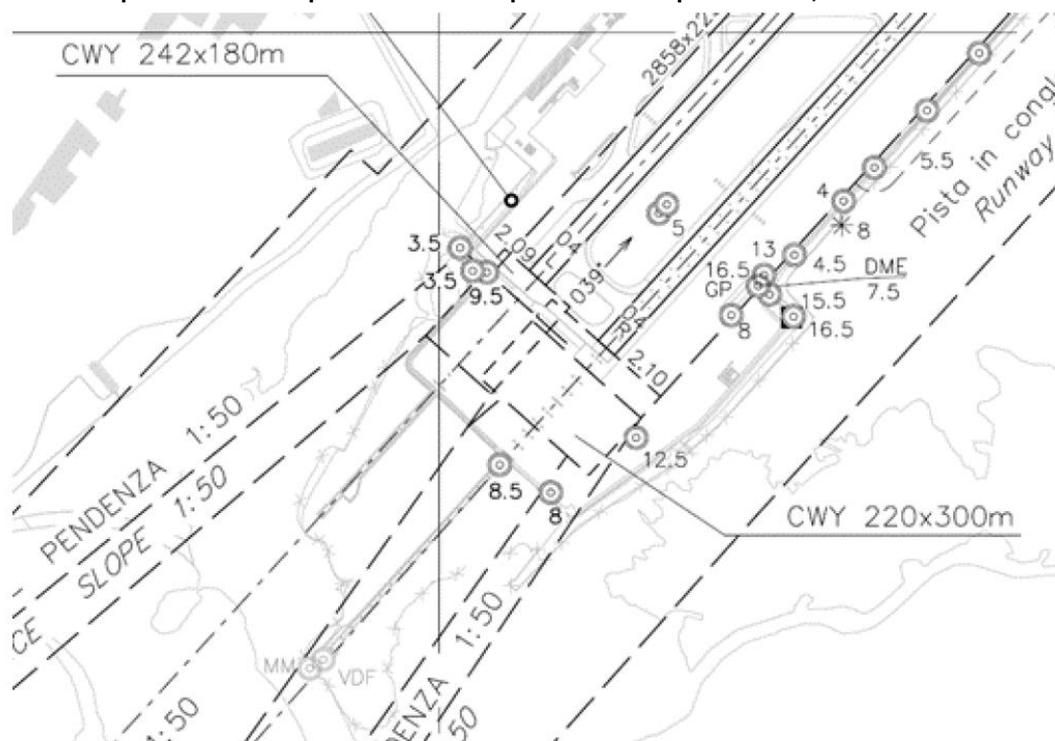


Fig. 18 – Estratto planimetria Superfici ostacoli aeroporto VCE

3. Garantire operazioni simultanee tra pista di volo e vertiporto rispettando il requisito normativo PTS VPT-DSN.C.350;

PTS VPT-DSN.C.350 Location of a final-approach and take-off area (FATO) in relation to an aerodrome runway or taxiway

(a) Where a FATO is located near a runway or taxiway and where simultaneous operations are planned, the separation distance between the edge of a runway or taxiway and the edge of a FATO should not be less than the appropriate dimension in Table C-2.

If aeroplane mass and/or VTOL-capable aircraft mass are	Distance between FATO edge and runway edge or taxiway edge
up to but not including 3 175 kg	60 m
3 175 kg up to but not including 5 760 kg	120 m
5 760 kg up to but not including 100 000 kg	180 m
100 000 kg and over	250 m

Note: The values specified in this table are primarily intended to mitigate risks of wake turbulence encounters. In addition to this table, when positioning a FATO intended to be used simultaneously with a nearby runway or taxiway, attention should be given to other CS ADR-DSN requirements such as the minimum runway strip width. Local environment should be taken into account when setting the separation between the FATO and nearby infrastructure elements to ensure the safety of simultaneous operations.

Table C-2. FATO minimum separation distance

Fig. 19 – Estratto normativo PTS VPT-DSN.C.350

4. Minimizzare l'impatto ambientale delle nuove opere

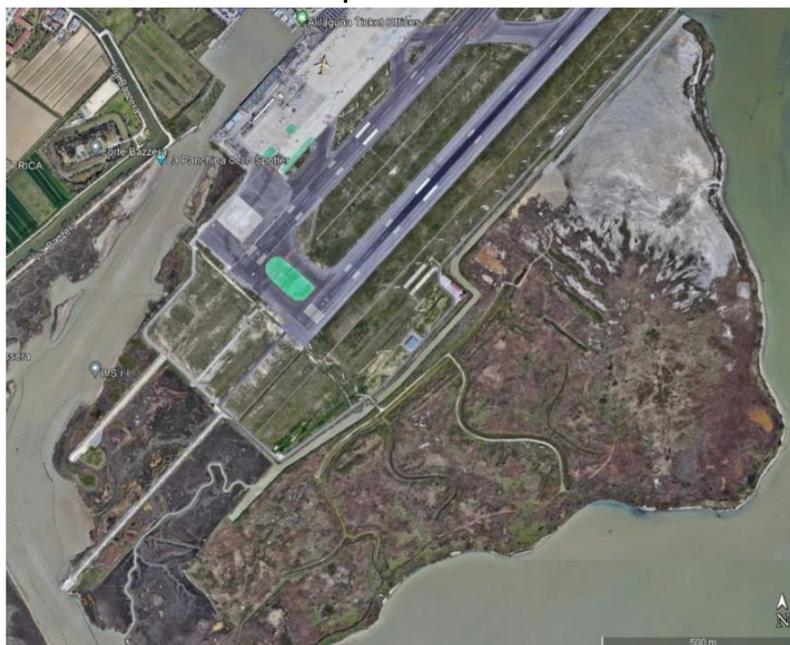


Fig. 20 – Estratto planimetria aerea barena – aeroporto VCE

3 ANALISI DI TRAFFICO

Stante lo scenario del tutto innovativo del sistema AAM, in considerazione del fatto che si è nella fase di costruzione del traffico dei velivoli e-VTOL essendo ai primordi di questa nuova modalità di trasporto, si è individuata una metodologia di definizione dei layout ad hoc. In particolare, si è partiti dall'analisi delle performance dei velivoli per come oggi a disposizione, in termini di movimenti per ora, sulla base dei tempi necessari per l'effettuazione delle operazioni sottobordo (sbarco/imbarco passeggeri, ricarica elettrica del mezzo, pulizia delle aree, etc..) per le varie combinazioni FATO/STAND che possono comporre un vertiporto. Per ciascuna localizzazione si è individuato il layout più adatto al soddisfacimento delle esigenze, a questo si sono associati i mov/h effettuabili e conseguentemente si è definito il traffico passeggeri che ogni infrastruttura potrà accogliere.

3.1 ANALISI DEL NUMERO DI MOVIMENTI

L'analisi del numero di movimenti che possono essere eseguiti dal velivolo in un'ora deriva da dati forniti dai costruttori dei velivoli e vanno considerati nell'ottica di un futuro miglioramento delle tecnologie, così da minimizzare i tempi di turnaround.

Si definiscono dunque tre diverse fasi temporali:

- *Short term* che prevede un turnaround di 20 min (dal 2027 al 2029);
- *Medium term* che prevede un turnaround di 15 min (dal 2030 al 2034);
- *Long term* che prevede un turnaround di 12 min (dal 2035 al 2037);

Nella tabella riportata nel seguito si hanno le stime preliminari dei mov/h nei vari scenari di turnaround:

Configurazione	N° FATO	N° STAND	Short Term	Medium Term	Long Term
			Turnaround 20 min	Turnaround 15 min	Turnaround 12 min
mov/h					
FATO e STAND	1	1	4.5	5.3	6.2
FATO e STAND	1	2	8.8	10.7	12.3
FATO e STAND	1	3	13.0	15.3	15.3
FATO e STAND	2	3	18.0	23.8	29.2
FATO e STAND	2	4	23.8	31.0	31.8

I dati forniti devono però tener conto delle normali inefficienze operative, ovvero ritardi nella partenza, possibili guasti dei velivoli e impossibilità al volo (es. condizioni meteo avverse), dunque è stata ipotizzata una riduzione dei dati sopra riportati in virtù dell'"inefficiency factor" in misura pari al 30% fino al 2031 e del 20% dal 2032 in poi:

Configurazione	N° FATO	N° STAND	2027-2029	2030-2031	2032-2034	2035-2037
			Short Term	Medium Term	Long Term	
			Turnaround 20 min	Turnaround 15 min	Turnaround 12 min	
mov/h						
FATO e STAND	1	1	3.2	3.7	4.2	5.0
FATO e STAND	1	2	6.2	7.5	8.6	9.8
FATO e STAND	1	3	9.1	10.7	12.2	12.2
FATO e STAND	2	3	12.6	16.7	19.0	23.4
FATO e STAND	2	4	16.7	21.7	24.8	25.4

Le configurazioni delle infrastrutture di volo per i vertiporti sopra citati sono così composte:

Vertiporto	N° FATO	N° STAND	EIS
Airside - fase 1	1	1	2027
Airside - fase 2	1	1	2030
Landside - fase 1	1	1	2027
Landside - fase 2	2	4	2034

Per poter dimensionare i vertiporti durante i primi anni (Airside - fase 1 e Landside - fase 1) di operatività dell'AAM si suppone di essere nelle condizioni di "short term" e di avere e-VTOL che possano garantire un turnaround pari a 20 minuti; nelle fasi successive (Landside - fase 2) quindi di tecnologia avanzata dei velivoli verrà considerata la condizione "medium term" con turnaround di 15 minuti; nel prossimo futuro, invece verrà considerata la condizione "long term", assumendo che le prestazioni del velivolo saranno ottimizzate e si potrà supporre un turnaround molto prossimo ai 12 min.

Per le assunzioni fatte sopra in merito ai mov/h e considerando che il tempo di *turnaround* diminuisce negli anni, si è proceduto come segue:

Vertiporto	N° FATO	N° STAND	EIS	mov/h	turnaround EIS
Airside - fase 1	1	1	2027	3,2	20'
Airside - fase 2	1	1	2030	3,7	15'
Landside - fase 1	1	1	2027	3,7	15'
Landside - fase 2	2	4	2034	24,8	15'

3.2 ORE E GIORNI DI OPERATIVITÀ

Al fine di poter valutare il numero totale di passeggeri presenti in un anno all'interno dell'infrastruttura risulta necessario, come per gli aeroporti, fare riferimento alle ore di attività dei velivoli.

Nel caso specifico gli e-VTOL potranno volare, almeno nel primo periodo, solo in condizioni ottimali e in orario diurno; dunque, verranno considerate le sole ore di luce (effemeridi del sole) per le varie località in cui viene progettato il vertiporto.

Nel caso di Venezia, si stima che fino al 2029 si potrà volare per un massimo di 12 ore al giorno e per 257 giorni l'anno. Dal 2030 (Medium Term) si ipotizza che, a parità di ore di volo al giorno, i giorni di operatività siano 329.

Moltiplicando le ore e i giorni di operatività per il numero di movimenti orari, è possibile conoscere il numero di movimenti possibili in un anno. Si riporta il dettaglio nella tabella seguente.

Per quanto riguarda il vertiporto airside in Fase1, vista la vicinanza con la pista di volo (minore di 250m) saranno applicate delle limitazioni alle operazioni degli eVTOL in caso di simultaneità con atterraggi e decolli da Rwy 04R/22L di aeromobili superiori alla categoria C.

Venezia Airside	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
days	257	257	257	329	329	329	329	329	329	329	329
hours	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Configurazione	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Inefficiency Factor	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Turnaround time	20'	20'	20'	15'	15'	15'	15'	15'	12'	12'	12'
Capacity - Movements/hour	3,2	3,2	3,2	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,3	4,3	4,3
Capacity - Annual Movements	9.715	9.715	9.715	14.647	14.647	14.647	14.647	14.647	17.134	17.134	17.134
Venezia Landside	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
days	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
hours	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Configurazione	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	2:4	2:4	2:4	2:4
Inefficiency Factor	30%	30%	30%	30%	30%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Turnaround time	20'	20'	20'	15'	15'	15'	15'	15'	12'	12'	12'
Capacity - Movements/hour	2,5	2,5	2,5	3,7	3,7	4,2	4,2	24,8	25,4	25,4	25,4
Capacity - Annual Movements	9.715	9.715	9.715	14.647	14.647	16.740	16.740	97.910	100.437	100.437	100.437
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Total Capacity Annual	19.429	19.429	19.429	29.294	29.294	31.387	31.387	112.557	117.571	117.571	117.571

La tabella sopra riportata indica che i movimenti annui per i Vertiporti, possano arrivare circa **19.429** nel 2027 e **117.571** nel 2037.

3.3 STIMA NUMERO PASSEGGERI TOTALI

Il numero di passeggeri annui deriva, chiaramente, dal numero di movimenti effettuati nell'arco dell'anno ma anche dal numero di passeggeri che ogni singolo eVTOL può portare a bordo. Dal 2027 al 2029 stimiamo che i passeggeri trasportabili con ogni eVTOL siano 3, mentre dal 2030 saranno 4. Considerando la possibilità di viaggiare non sempre a pieno carico, risulta necessario utilizzare un fattore di *riempimento medio* pari al 70%.

Sulla base di quanto riportato nei paragrafi precedenti, il numero di passeggeri annui verrà così calcolato:

$$\text{Num. pax/anno} = \text{num. mov/anno} \times \text{num.pax/mov} \times \text{riemp. med.}$$

	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Total Capacity Annual	19.429	19.429	19.429	29.294	29.294	31.387	31.387	112.557	117.571	117.571	117.571
pax / mov	2,1	2,1	2,1	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Total Capacity Passengers	40.801	40.801	40.801	82.024	82.024	87.882	87.882	315.161	329.199	329.199	329.199

4 RIFERIMENTI NORMATIVI

- EASA, *Vertiports Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category (PTS-VPT-DSN)*, Marzo 2022 (pts-vpt-dsn_for_publication);
- ENAC, *Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti*, Ottobre 2003;
- ENAC, *Regolamento per la costruzione ed esercizio degli eliporti*, Ottobre 2011;
- Annesso 14 (Aerodromes) to the Chicago Convention, Volume I (*Aerodrome Design and Operations*), 8th edition, including amendment 14 (2018);
- ICAO. Annex 14 (Aerodromes) to the Chicago Convention, Volume II (*Heliports*), 4th edition, including amendment 8 (2018);

5 DIMENSIONAMENTO INFRASTRUTTURE

5.1 PARAMETRI PER LA PROGETTAZIONE DEL “SISTEMA VERTIPORTO”

- Velivoli eVTOL di riferimento (OEM, D-value, range, EIS)
- VFR diurno/Notturmo e IFR
- Sistemi di ricarica elettrica (battery swap/fast charge)
- Turnaround/capacità
- Vincoli sul territorio (OLS/OFV)



5.1.1 VELIVOLI eVTOL DI RIFERIMENTO PER PROGETTAZIONE

Per il dimensionamento del sistema vertiporto sono stati considerati come riferimento i velivoli eVTOL riportati in Figura – Applicazioni target AAM le cui caratteristiche tecniche sono meglio dettagliate nella Figura – Applicability matrix of the PTSs.

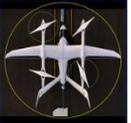
 <p>Joby S4 Range: 240 km Passengers: 4 EIS*: 2025 BM: OEM & Operator D-VALUE: 13.6m</p>	 <p>Lilium Jet Range: 175 km Passengers: 4-6 EIS: 2025 BM: OEM D-VALUE: 14m</p>	 <p>Archer Midnight Range: 160 km Passengers: 4 EIS*: 2025 BM: OEM & Operator D-VALUE: 11m</p>	 <p>Beta S250 Range: 400km Passengers: 5 EIS*: 2025 BM: OEM D-VALUE: 15.3 m</p>
 <p>Supernal S-A1 Range: 97 km Passengers: 4-6 EIS*: 2028 BM: n.a. D-VALUE: 18m</p>	 <p>Eve Eve Range: 97 km Passengers: 4 EIS*: 2026 BM: OEM & Operator D-VALUE: 15.24</p>	 <p>Volocopter Volocity Range: 35 km Passengers: 1 EIS: 2024 BM: OEM & Operator D-VALUE: 11.5 m</p>	 <p>Volocopter VoloRegion Range: 100 km Passengers: 4 EIS: 2026 BM: OEM & Operator D-VALUE: 15 m</p>
 <p>Vertical VX4 Range: 160 km Passengers: 4 EIS: 2025 BM: OEM D-VALUE: 15.3m</p>	 <p>Ehang EH-216S Range: 35 km Passengers: 2 EIS* (China): 2023 BM: OEM D-VALUE: 13m</p>	 <p>Airbus CityAirbus Range: 80 km Passengers: 3 EIS: 2025 BM: OEM D-VALUE: 18m</p>	 <p>Ascendance Atea Range: 400km Passengers: 3 EIS: 2025 BM: OEM D-VALUE: n.a.</p>

Fig. 21 – Velivoli eVTOL

Per il dimensionamento dell'infrastruttura di Volo del Vertiporto, sono stati considerati i seguenti BENCHMARK di riferimento come possibili fruitori degli spazi:

OEM	Vehicle	Vehicle Type	Propulsion	EIS	Wingspan (m)	Length (m)	Height (m)	D-VALUE (m)
Airbus	CityAirbus NextGen	Multicopter	Electric	2025	16.00	11.35	3.48	Not Available
Airflow	Model 200	Augmented Lift	Hybrid	2025	14.50	11.00	3.50	Not Available
Archer	Maker	Vectored Thrust	Electric	2024	10.43	8.02	3.06	12
Ascendance Flight Technologies	Atea	Lift + Cruise	Hybrid	2025	Not Announced	Not Announced	Not Announced	Not Available
Bell	4EX	Vectored Thrust	Electric	-	12.20	12.20	5.15	Not Available
Beta Technologies	Alia S250c	Lift + Cruise	Electric	2024	15.24	11.97	5.52	16
Dufour Aerospace	Aero3	Vectored Thrust	Hybrid	2026	13.60	12.00	2.90	16
Ehang	EH-216S	Multicopter / Lift + Cruise	Electric	2022 / -	5.61	5.61	1.77	8
Ehang	VT-30				12.50	6.80	2.10	13
Electra	-	Augmented Lift	Hybrid	2027	14.94	13.72	3.68	Not Available
Elroy Air	Chaparral C1	Lift + Cruise	Hybrid	2023	8.38	5.88	2.19	Not Available
Eve Urban Air Mobility Solutions	Eve	Lift + Cruise	Electric	2026	11.00	11.31	3.20	15
Honda Motor Company	-	Lift + Cruise	Hybrid	2030	Not Announced	Not Announced	Not Announced	Not Available
Jaunt Air Mobility	Journey	Lift + Cruise	Electric	2026	15.24	16.15	4.87	18
Joby Aviation	S4	Vectored Thrust	Electric	2024	13.85	6.40	3.30	Not Available
Kitty Hawk	Heaviside	Vectored Thrust	Electric	-	6.50	5.60	2.10	8
Lilium	Jet	Vectored Thrust	Electric	2024	13.90	8.50	2.40	14
Overair	Butterfly	Vectored Thrust	Electric	2026	15.00	10.00	2.70	18
Pipistrel	Nuova V300	Lift + Cruise	Hybrid	2023	13.20	11.30	3.10	Not Available
Regent	Viceroy	Augmented Lift	Electric	2025	Not Announced	Not Announced	Not Announced	Not Available
Sabrewing Aircraft Company	Rhaegal RG-1	Vectored Thrust	Hybrid	2023	17.00	14.60	4.60	17
Supernal	S-A1	Vectored Thrust	Electric	2028	17.00	12.02	4.25	18
Vertical Aerospace	VX4	Vectored Thrust	Electric	2024	15.61	13.00	4.16	16
Volocopter	VoloCity	Multicopter	Electric	2024	9.14	9.14	2.13	11.5
Volocopter	VoloConnect	Lift + Cruise	Electric	2026	Not Announced	Not Announced	Not Announced	15
Wisk Aero	Cora	Lift + Cruise	Electric	-	10.97	7.31	2.08	11

Fig. 22 – Dimensioni velivoli eVTOL

Sulla base di queste informazioni relative ai velivoli VTOL di possibile applicazione, sono stati assunti i seguenti valori utili di dimensionamento:

Landside

D-value=18.5 m (L.2)

Viene assunto questo valore per non precludere a priori la possibilità di limitare l'uso del vertiporto solo ad alcune tipologie di velivolo.

Airside

D-value=16.0 m (A.1)

Viene assunto un D-value minore in quanto si considera la fase A.1 come fase di avvio del sistema.

Dove il parametro "D" indica il diametro del cerchio più piccolo che racchiude la proiezione dell'aeromobile VTOL su un piano orizzontale, mentre l'aeromobile è nella configurazione di decollo o atterraggio, con rotore/i in rotazione se applicabile.

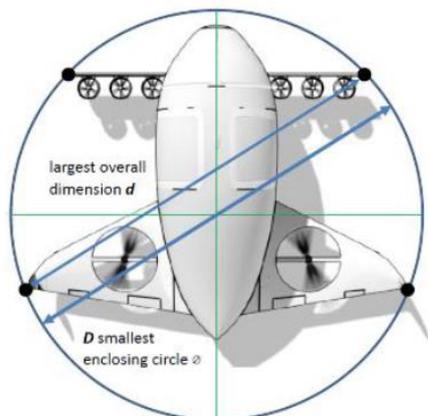


Fig. 23 – Parametro "D"

5.1.2 PROFILO DI VOLO

La determinazione del profilo di volo tipico del veicolo da utilizzare si riferisce alla tipica missione di un velivolo UAM generico che quindi risulta essere applicabile a livello generale a diversi produttori e design (multirottore, tilt-wing, etc).

Il profilo di volo di seguito descritto segue un profilo di missione generale, che più possa adattarsi alla variabilità degli eventi, delle esigenze e dei prototipi di velivoli considerati. Il profilo di volo studiato è formato dai seguenti segmenti e i relativi vincoli:

- A. Taxi
- B. Vertical climb
- C. Transition
- D. Climb
- E. Cruise
- F. Descent
- G. Transition
- H. Vertical descent
- I. Taxi

Il profilo di missione inizia con un segmento di taxi, che potrebbe essere eseguito in diversi modi; in particolare, i velivoli potrebbero:

1. Sollevarsi in volo (hover) e raggiungere la postazione di decollo;
2. Rullare su ruote proprie; oppure
3. Essere trainati da un'area di parcheggio alla piattaforma di decollo.

Dopo il taxi, il veicolo deve decollare verticalmente, salendo fino ad una certa quota al di sopra del livello del suolo (AGL).

Dopo il decollo verticale, il velivolo effettuerà la transizione e inizierà la fase di volo in salita. Per gli elicotteri convenzionali, questa transizione è effettivamente istantanea, ma per molti velivoli eVTOL (ad esempio, un tilt-wing³) vi è un periodo finito in cui la macchina subisce un cambio di configurazione dal volo verticale a quello orizzontale. I dettagli di questa transizione possono essere molto complessi e dipendono dalla configurazione del velivolo. Poiché non si dispone di informazioni sufficientemente dettagliate su come avviene esattamente tale manovra, una missione di volo tipica, per la fase di transizione, dovrebbe prevedere un segmento di almeno 10 secondi effettuato alla massima potenza del motore.

Quindi, il velivolo entra nella fase di salita fino a raggiungere la quota di crociera desiderata, assunta pari a 2.000 feet in quanto il profilo di volo implementato in questo paragrafo è lasciato volutamente generico per includere diversi velivoli UAM. Si ipotizza, infatti, che altri velivoli (di tipo VTOL fixed wing) possano trarre vantaggi in termini di range ed endurance a volare ad una quota maggiore del minimo previsto dal regolamento SERA.

La discesa avviene in maniera analoga alla salita, dopo la quale l'aeromobile entrerà in un segmento di transizione simile a quello descritto in precedenza e, infine, effettuerà l'ultimo tratto di taxi che ha gli stessi requisiti sopra descritti per il decollo.

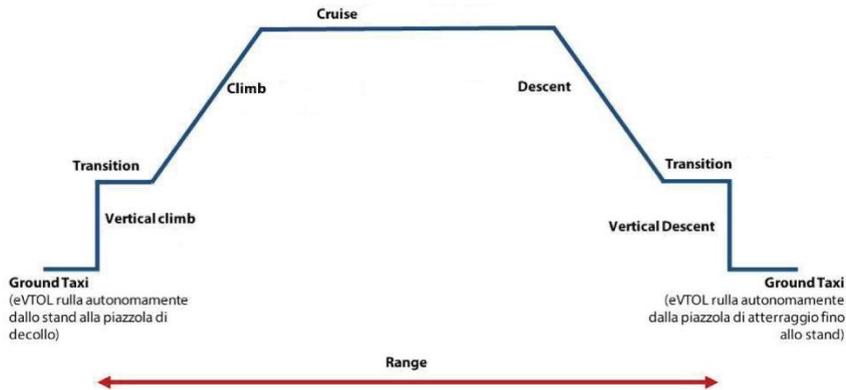
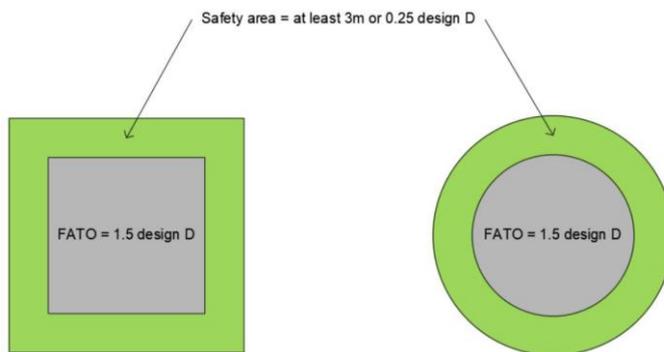


Fig. 24 – Profilo di volo di un velivolo UAM generico

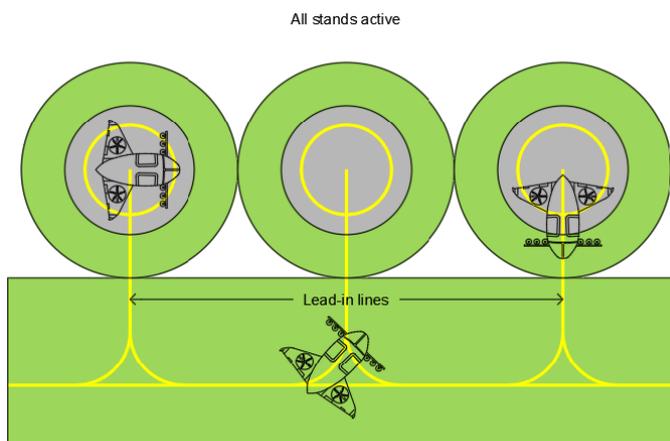
5.2 SPECIFICHE TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE

Di seguito inoltre di seguito sono riassunti alcuni vincoli ed assunzioni, che determinano la dimensione degli spazi:

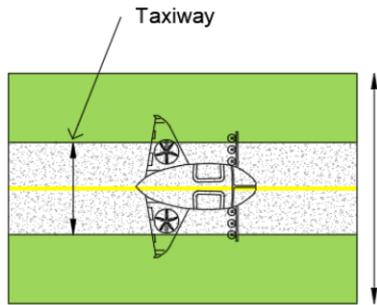
1. Aree di avvicinamento e decollo finali FATO



2. VTOL in virata (con rotte di aerotaxi) – uso simultaneo:



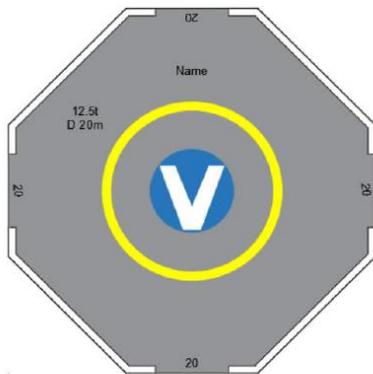
3. Larghezza taxiway= 2*undercarriage
4. Velivolo con capacità VTOL su taxiway:



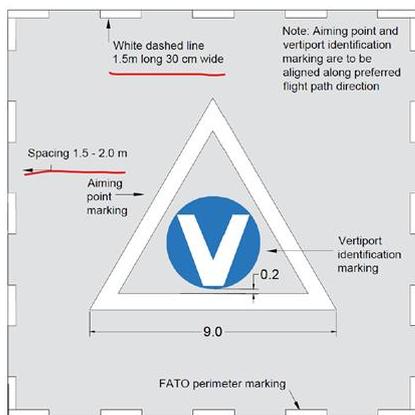
Ground taxi-route =
1.5 x largest overall width

5. Air Taxi Route: come concordato non vien prevista;
6. Markings:

6.1 la segnaletica TLOF è rappresentata da un cerchio di linea continua, sp. 30cm colore giallo (a differenza dell'aiming markings rappresentato da un triangolo di colore bianco - non previsto):



6.2 la segnaletica perimetrale delle FATO è rappresentata da linee bianche discontinue di colore bianco e dimensioni come da figura:



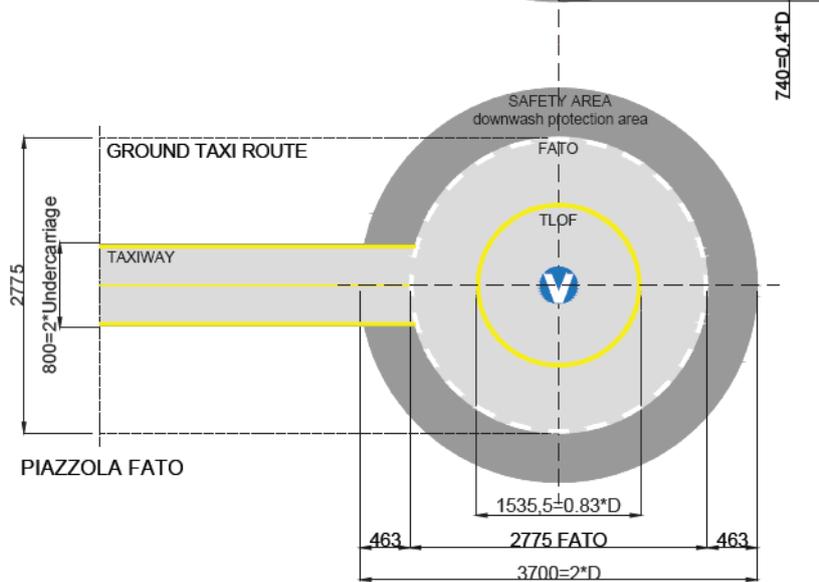
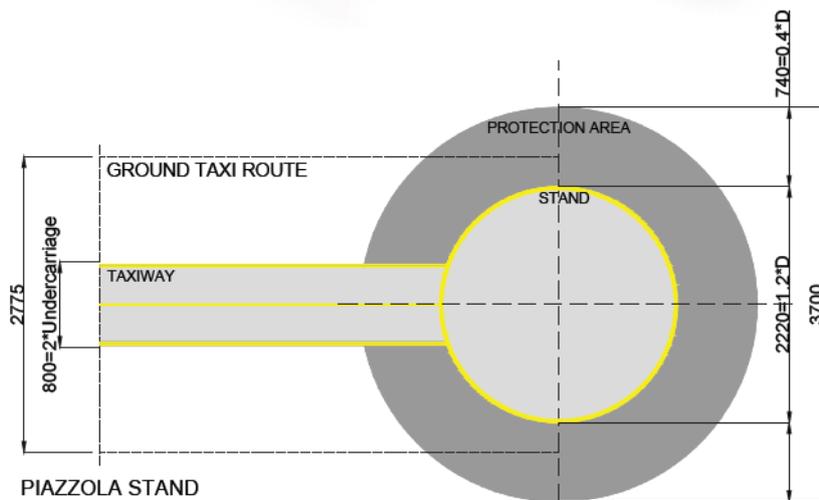
7. La distanza tra FATO sarà minimo 60mt;

Se la massa dell'aeroplano e/o l'aeromobile con capacità VTOL lo sono	Distanza tra bordo FATO e bordo pista o bordo pista di rullaggio
fino a 3 175 kg esclusi	60 m

8. Mezzi di rampa: larghezza 4m, congruente con l'operatività del vertiporto.

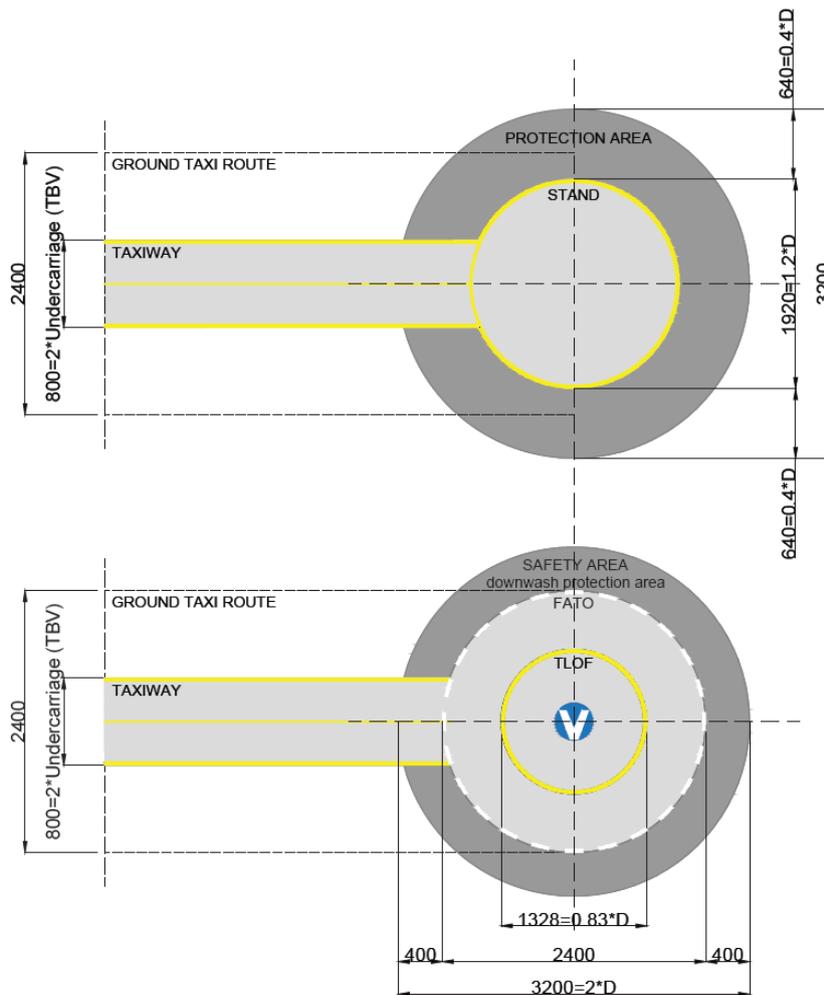
5.3 VELIVOLO CRITICO D-VALUE 18,50

INFRASTRUTTURA	DEFINIZIONE	Dimensione minima	Lato/Diam [m]	Area [m ²]
D-value	Means the largest overall dimension of the VTOL aircraft projection on a horizontal plane, while the aircraft is in the take-off or landing configuration, with rotor(s) turning if applicable.		18,50	
FATO	Final approach and take-off area (FATO) means a defined area over which the final phase of the approach manoeuvre to hover or landing is completed and from which the take-off manoeuvre is commenced.	1,5*D	27,75	604,50
Safety area			37,00	
Downwash protection area		2*D	37,00	
TLOF	Touchdown and lift-off area (TLOF) means an area on which a VTOL aircraft helicopter may touch down or lift off.	0,83*D	15,35	185,08
		elevated	18,50	
Stand		1,2*D	22,20	386,88
Protection area	When associated with a stand designed for turning, the protection area should extend outwards from the periphery of the stand for a distance of 0.4 D or rely on turning circle data provided in the AFM of VTOL aircraft indenting to use the stand.	0,4*D	37,00	
	When associated with a stand designed for taxi-through, the minimum width of the stand and protection area should not be less than the width of the associated taxi-route.		37,00	1074,67
Taxiway		2*undercarriage	8,00	
Ground taxi route		1,5*D	27,75	dato necessario, si ipotizza
Air taxi route	A VTOL aircraft air taxi-route is intended to permit the movement of a VTOL aircraft above the surface at a height normally associated with ground effect and at ground speed less than 37km/h (20 kt).	2*D	37,00	



5.4 VELIVOLO CRITICO D-VALUE 16,00

INFRASTRUTTURA	DEFINIZIONE	Dimensione minima	Lato/Diam [m]	Area [m ²]
D-value	Means the largest overall dimension of the VTOL aircraft projection on a horizontal plane, while the aircraft is in the take-off or landing configuration, with rotor(s) turning if applicable.		16,00	
FATO	Final approach and take-off area (FATO) means a defined area over which the final phase of the approach manoeuvre to hover or landing is completed and from which the take-off manoeuvre is commenced.	1,5*D	24,00	452,16
Safety area			32,00	
Downwash protection area		2*D	32,00	
TLOF	Touchdown and lift-off area (TLOF) means an area on which a VTOL aircraft helicopter may touch down or lift off.	0,83*D	13,28	138,44
		elevated	16,00	
Stand		1,2*D	19,20	289,38
Protection area	When associated with a stand designed for turning, the protection area should extend outwards from the periphery of the stand for a distance of 0.4 D or rely on turning circle data provided in the AFM of VTOL aircraft indenting to use the stand.	0,4*D	32,00	
	When associated with a stand designed for taxi-through, the minimum width of the stand and protection area should not be less than the width of the associated taxi-route.		32,00	803,84
Taxiway		2*undercarriage	8,00	
Ground taxi route		1,5*D	24,00	dato necessario, si ipotizza
Air taxi route	A VTOL aircraft air taxi-route is intended to permit the movement of a VTOL aircraft above the surface at a height normally associated with ground effect and at ground speed less than 37km/h (20 kt).	2*D	32,00	



5.5 SISTEMA DI RICARICA BATTERIE VTOL

L'impostazione del sistema ricarica batterie predisposto per questi velivoli elettrici VTOL può essere attualmente di 2 tipologie:

- Mediante ricarica veloce con predisposizione di n.° 1 colonnina di ricarica – Super fast charge;
- Mediante la ricarica del pacco batterie – Swapping, presso un'apposita area di ricarica batterie, appositamente dimensionata (BCS - Battery Changing Station).

5.5.1 SUPER FAST CHARGE SYSTEM

Attualmente non si dispone delle informazioni tecniche e commerciali dei futuri velivoli in quanto non attualmente in commercio. Pertanto si ipotizza la similitudine di un sistema super fast charge mediante ricarica di un'auto elettrica attraverso colonnina, la quale necessita circa 300kW per ogni punto di ricarica, con un tempo di ricarica di circa 15 minuti totali.

Il paragone è fatto prendendo in considerazione gli unici modelli di vetture elettriche che attualmente sono predisposte per sistema super fast charge, delle case produttrici quali Tesla, Porche e Mercedes.

5.5.2 BCS & BATTERY SWAPPING

La soluzione di effettuare la ricarica batterie attraverso la predisposizione di punti BCS, è una soluzione che richiede una fornitura elettrica con potenze inferiori ma più ingombrante a livello di spazi e carichi e di tempi di ricarica.

I requisiti che ora si possiedono per il dimensionamento di una BSC vengono riportati di seguito:

Battery system:

- Technology: Lithium-ion
- swap time: 5 mins
- Unit per system: 9

Battery Charging station:

- capacity: up to 4 aircraft battery system
- Power: 150 KW (on average)
- Surface area 32 mq
- Swap area: 16 mq
- Load: 5,000 N/mq
- water supply: hydrant within 300 m radius, min 48 mc/h for min 2h per station
- Connectivity: glass fiber or 5G

Battery swap equipment:

- Power type: electrical
- surface area: R 4mq
- weight R 1,200 Kg (including two battery system and the equipment)
- Charging power: <3kW
- Path width <= 4m

5.5.3 IPOTESI ADOTTATA – SISTEMA DI RICARICA “SOLUZIONE IBRIDA”

L'ipotesi adottata in questo progetto di pre-fattibilità, vuole dare un'impostazione del sistema ricarica batterie che non possa precludere in un futuro scelte di un tipo piuttosto che un altro. Sarà pertanto adottata una soluzione ibrida, che prevede sia l'impiego di una BCS per la modalità swapping, che l'installazione di colonnine di ricarica per la soluzione di super fast charge.

6 VALUTAZIONE E LIMITAZIONI OSTACOLI

Al fine di salvaguardare un aeromobile con capacità VTOL durante il suo avvicinamento alla FATO e nella sua salita dopo il decollo, per ogni avvicinamento e decollo viene stabilita una superficie di avvicinamento e una superficie di salita al decollo attraverso la quale nessun ostacolo può sporgere oltre il percorso di salita designato.

6.1 SUPERFICI DI LIMITAZIONE OSTACOLI

La geometria dei volumi OLS, OFV e omnidirectional è stata definita secondo i criteri relativi alla categoria A considerando le casistiche di volo diurno e notturno.

SURFACE AND DIMENSIONS	SLOPE DESIGN CATEGORIES		
	A	B	C
APPROACH AND TAKE-OFF CLIMB SURFACE:			
Length of inner edge	Width of SA	Width of SA	Width of SA
Location of inner edge	SA boundary (Clearway boundary if provided)	SA boundary	SA boundary
Divergence: (1st and 2nd section)			
Day use only	10 %	10 %	10 %
Night use	15 %	15 %	15 %
First section:			
Length	3 386 m	245 m	1 220 m
Slope	4.5 % (1:22.2)	8 % (1:12.5)	12.5 % (1:8)
Outer width	(b)	N/A	(b)
Second section:			
Length	N/A	830 m	N/A
Slope	N/A	16 % (1:6.25)	N/A
Outer width	N/A	(b)	N/A
Total length from inner edge (a)	3 386 m ^c	1 075 m ^c	1 220 m ^c
TRANSITIONAL SURFACE ^d :			
Slope:	50% (1:2)	50% (1:2)	50% (1:2)
Height:	45 m	45 m	45 m
(a)	The approach and take-off climb surface lengths of 3 386 m, 1 075 m and 1 220 m associated with the respective slopes, bring the VTOL-capable aircraft to 152 m (500 ft) above FATO elevation.		
(b)	Seven D-values overall width for day operations or ten D-values overall width for night operations.		
(c)	This length may be reduced if vertical procedures are in place.		
(d)	When the VTOL-capable aircraft procedure includes the lateral element, the transitional surface may be provided.		
Note.	The slope design categories depicted above represent minimum design slope angles and not operational slopes. Consultation with VTOL-capable aircraft operators is needed to determine the appropriate slope category according to the vertiport environment and the VTOL-capable aircraft the vertiport is intended to serve.		

Fig. 25 – Dimensioni e pendenze delle superfici di limitazione ostacoli

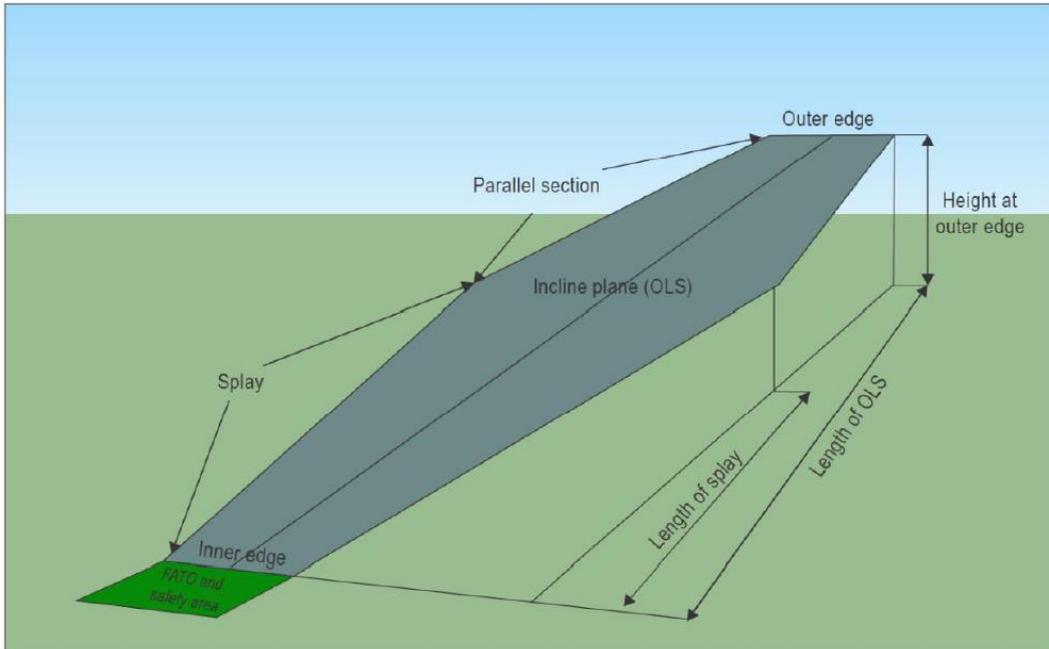


Fig. 26 – Superficie di atterraggio/decollo generica

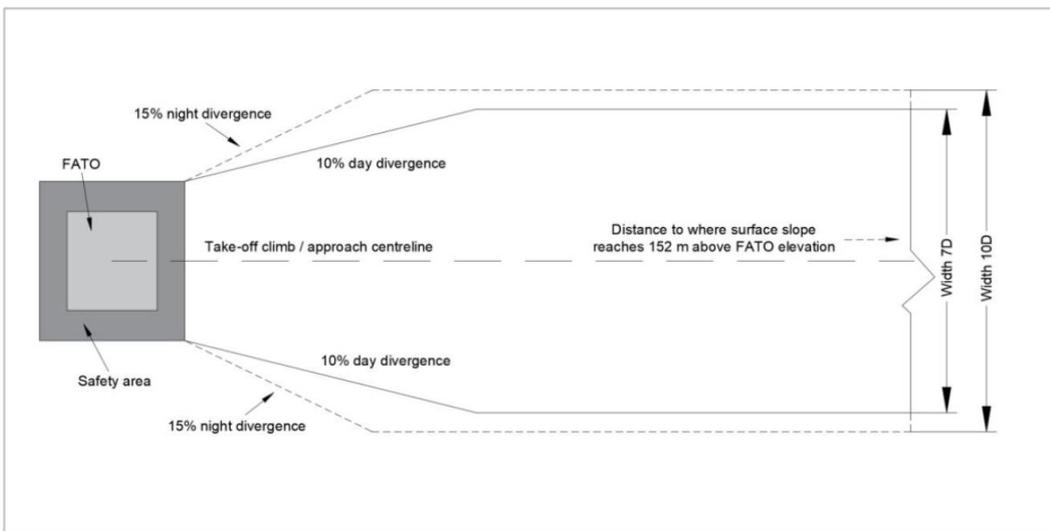


Fig. 27 – Larghezza di atterraggio/decollo

DIVERGENZA (1° SEZIONE)

Solo uso diurno: 10%

Uso notturno: 15%

Lunghezza: 3 386 m

Pendenza: 4,5% (1:22.2)

CONFINED AREA VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING			
alpha	Slope of approach and take-off climb surface		4,5 %

6.1.1 SUPERFICIE DI SALITA CURVA DI AVVICINAMENTO E DECOLLO PER TUTTE LE FATO

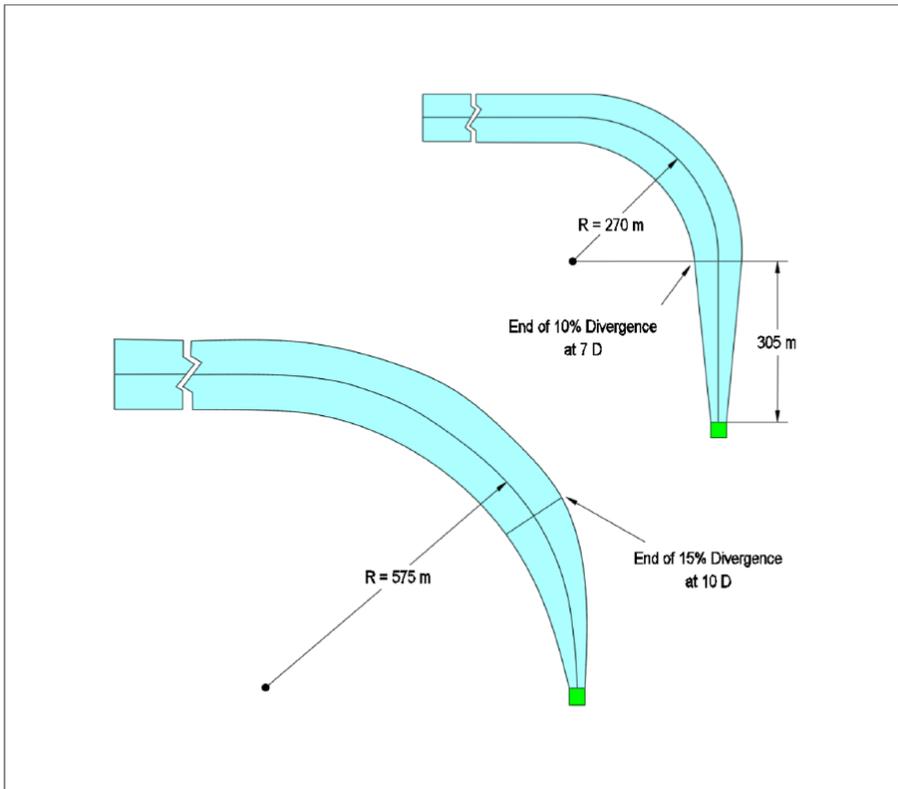


Fig. 28 – Curved approach and take-off climb surface for all FATOs

6.1.2 SUPERFICI SEPARATE DA 135°

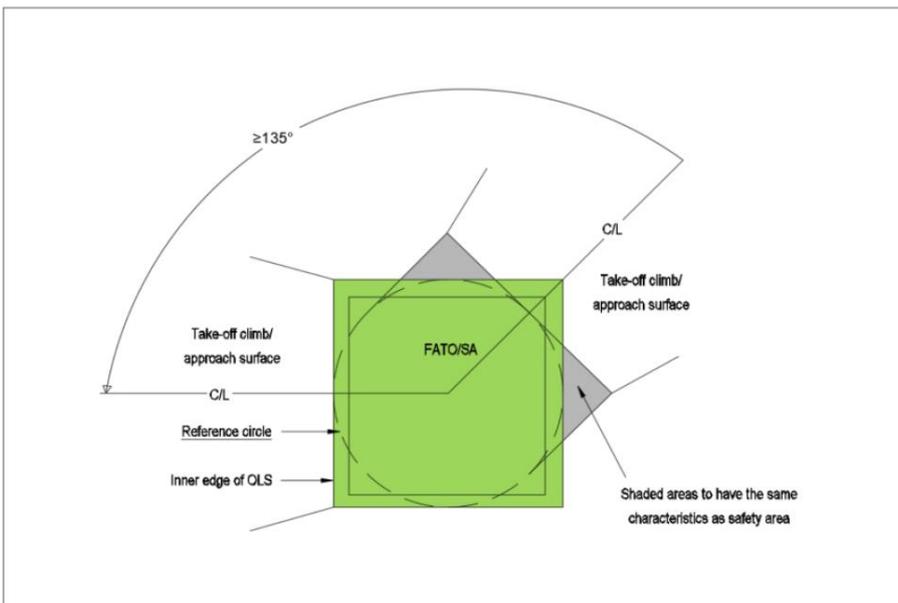
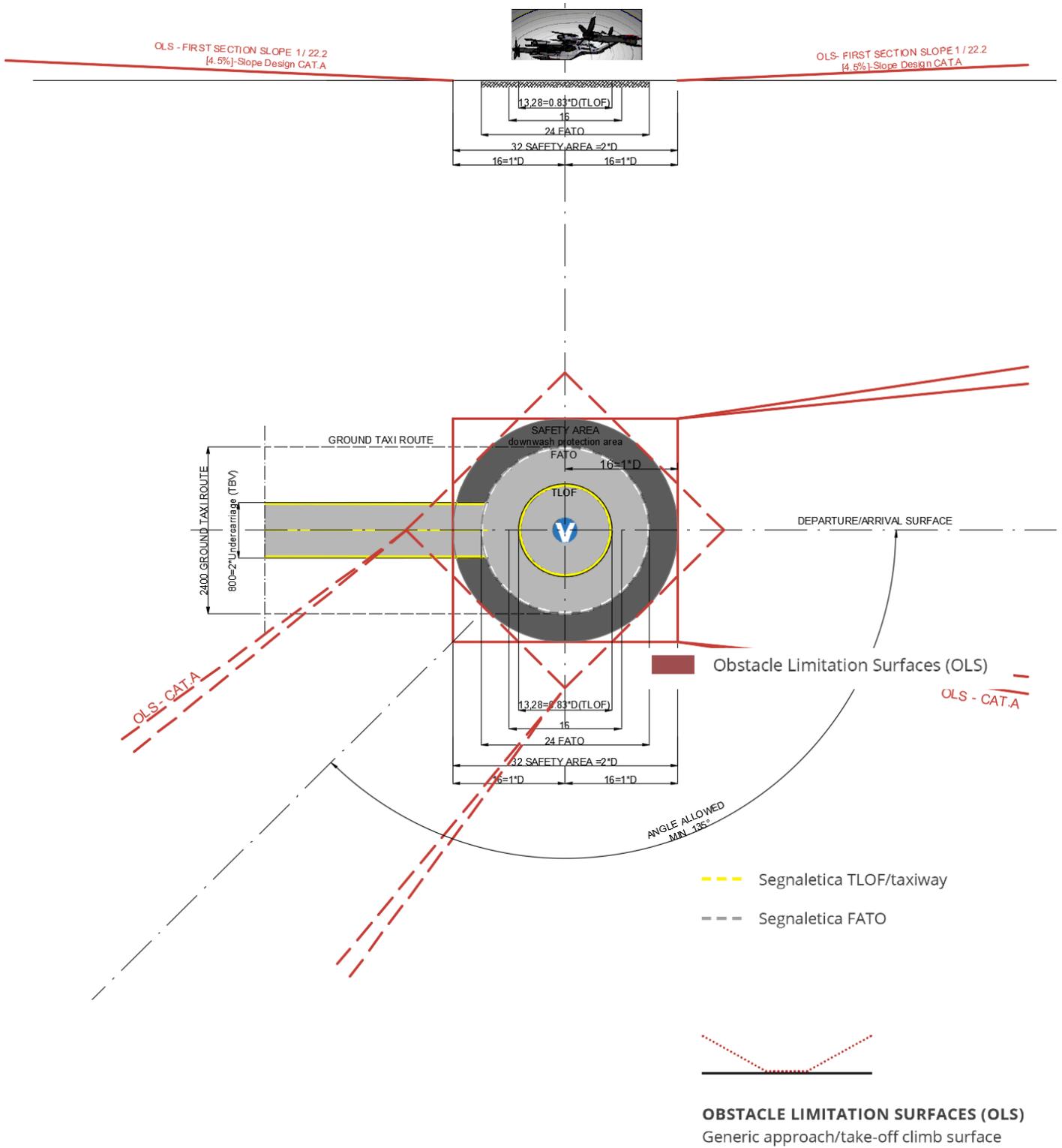


Fig. 29 – Square FATO with reference circle and surfaces separated by 135°

6.1.3 SUPERFICI DI AVVICINAMENTO E DECOLLO

Air side (A.1 con D=16 m) – Tipologico

Le direttrici di volo calate nel contesto sono state studiate negli elaborati grafici di progetto.



Air side A.1 (Tav. PI -SA06.0-00)



Fig. 30 – Superfici di limitazione ostacoli – Air side A.1

Progettazione pendenze

La lunghezza della superficie di salita di avvicinamento e decollo con categoria di progettazione della pendenza "A" è di 3 386 m che portano l'aeromobile con capacità VTOL a 152 m (500 ft) sopra la quota FATO.

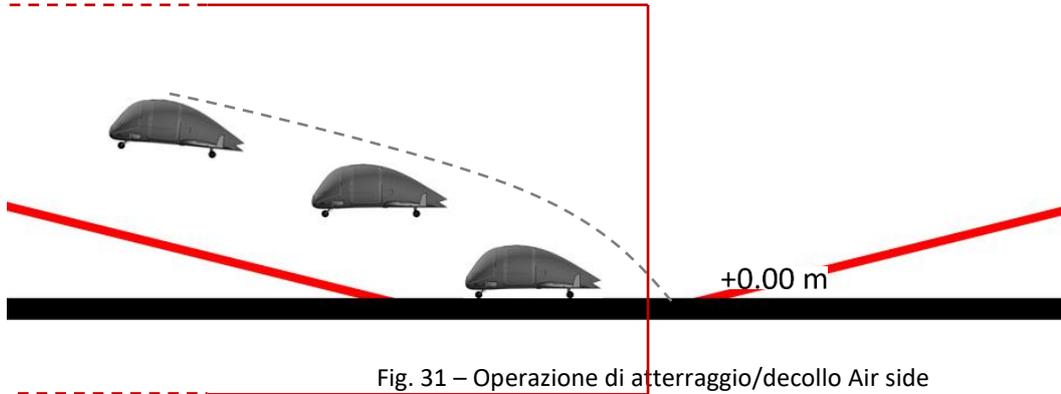


Fig. 31 – Operazione di atterraggio/decollo Air side

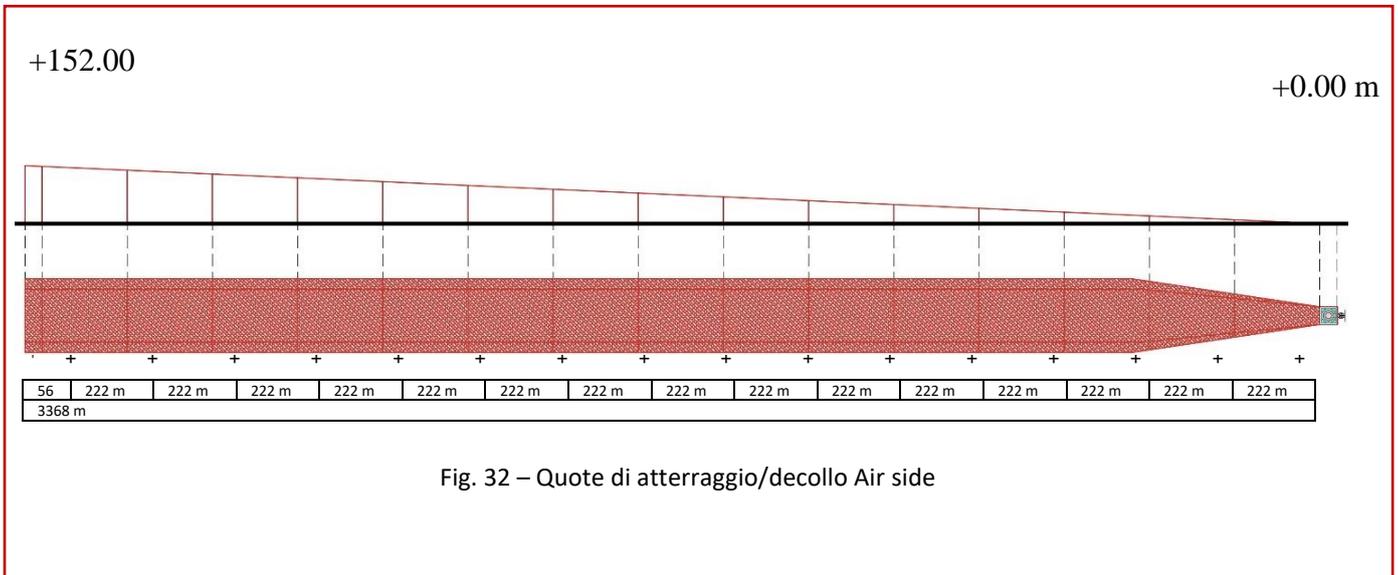


Fig. 32 – Quote di atterraggio/decollo Air side

6.2 VOLUMI DI LIMITAZIONE OSTACOLI

Definizione dei volumi liberi da ostacoli e delle superfici di delimitazione ostacoli convenzionali in accordo con il prototipo di normativa di riferimento a oggi:

EASA (PTS-VPT-DSN) versione Marzo 2022.

Tali definizioni potranno variare nelle successive fasi progettuali in funzione di: aggiornamenti normativi, eventuali vincoli gestionali del vertiporto, nuove specifiche tecniche del velivolo critico e studi di compatibilità ostacoli per il volo.

Volume libero da ostacoli:

CONFINED AREA VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING			
h1	Low hover height		3,00
h2	High hover height		30,50
TO width	Width at h2	3*D	55,50
TO front	Front distance at h2	2*D	37,00
TO back	Back distance at h2	2*D	37,00
FATO width	Width of the FATO	2*D	37,00
FATO front	Front distance on FATO	1*D	18,50
FATO back	Back distance on FATO	1*D	18,50
alpha	Slope of approach and take-off climb surface		4,5 %

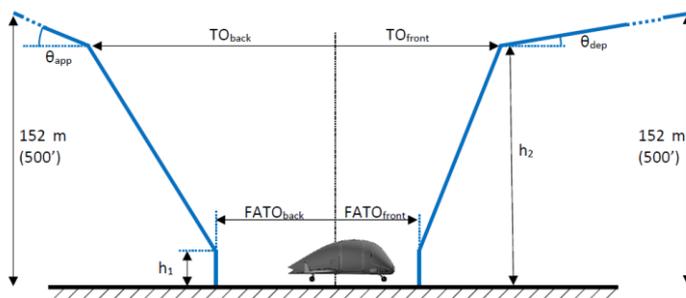
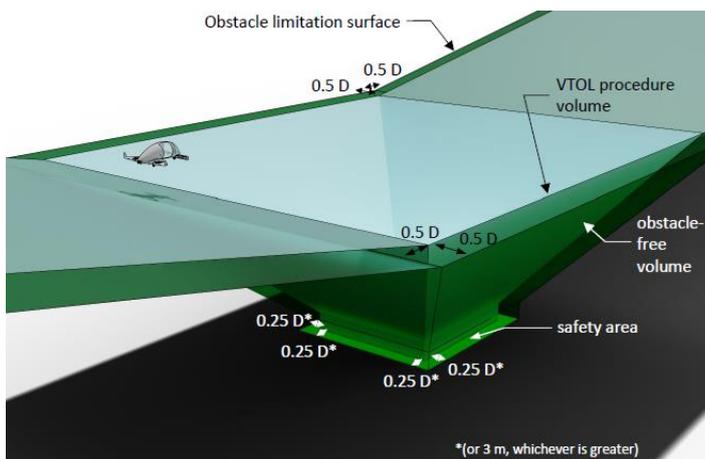


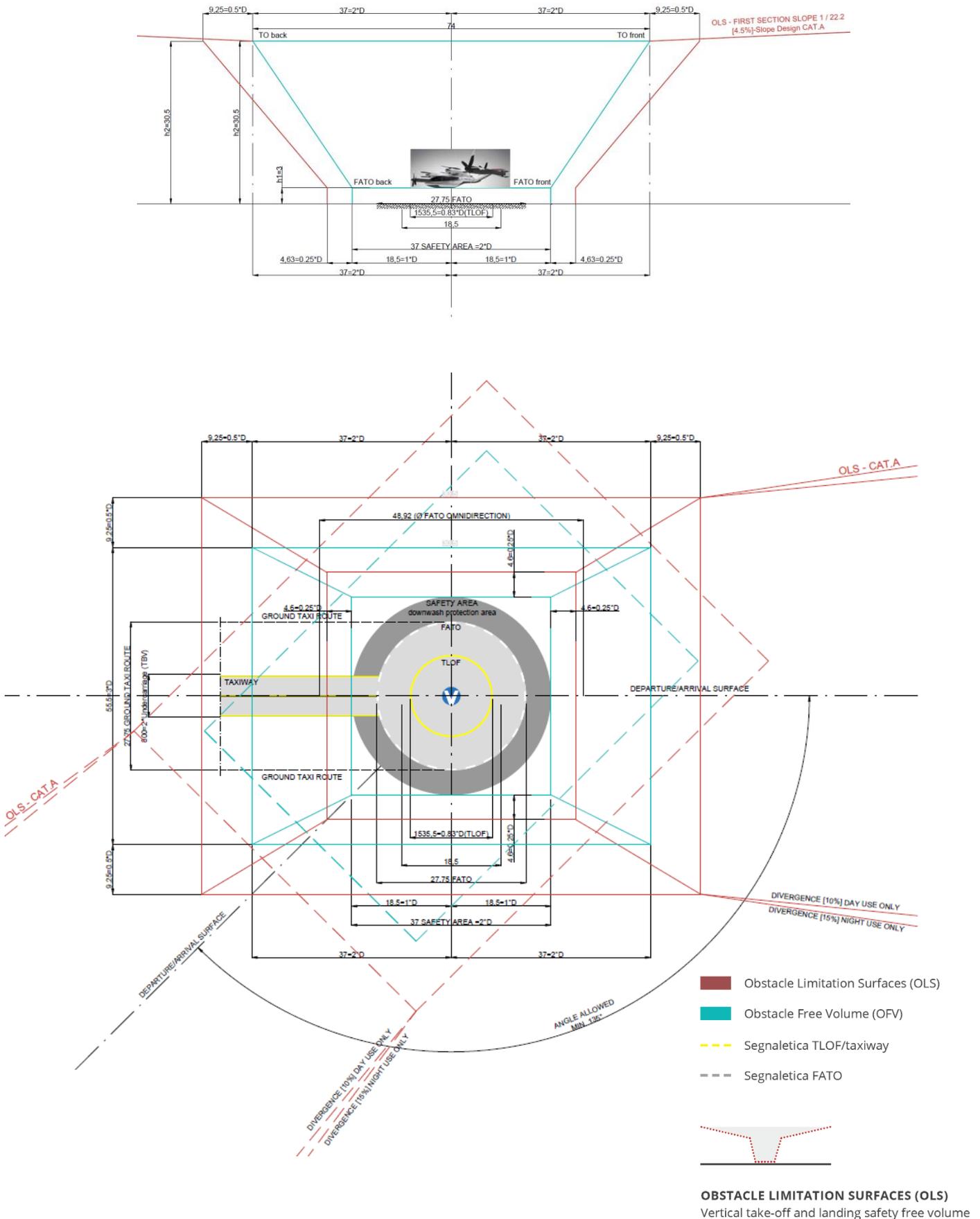
Fig. 33 – Costruzione volume libero da ostacoli

OMNIDIRECTIONAL VOLUME		
\emptyset TO _{omnidirection}	$\sqrt{4 \square \max (TO_{front}^2, TO_{back}^2) + TO_{width}^2}$	92,50
\emptyset FATO _{omnidirection}	$\sqrt{4 \square \max (FATO_{front}^2, FATO_{back}^2) + FATO_{width}^2}$	48,92

6.2.1 SUPERFICI DI AVVICINAMENTO E DECOLLO

Landside (L.2 con D=18.5 m) – Tipologico

Le direttrici di volo calate nel contesto sono state studiate negli elaborati grafici di progetto.



Landside L.2 (Tav. PI -SA05.1-00)

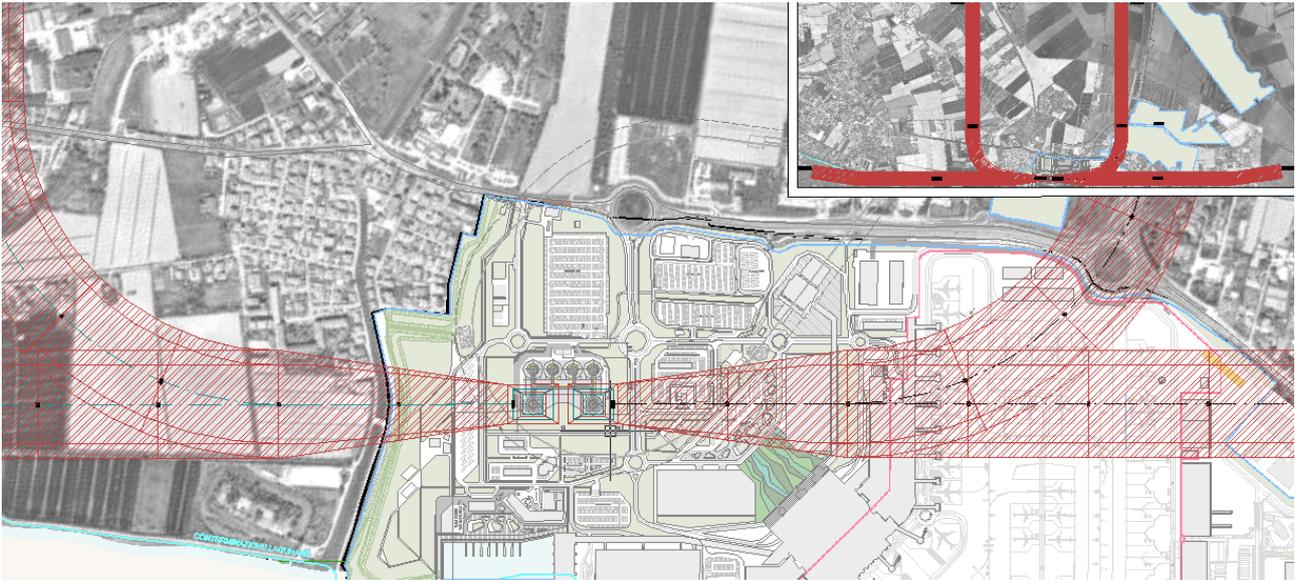
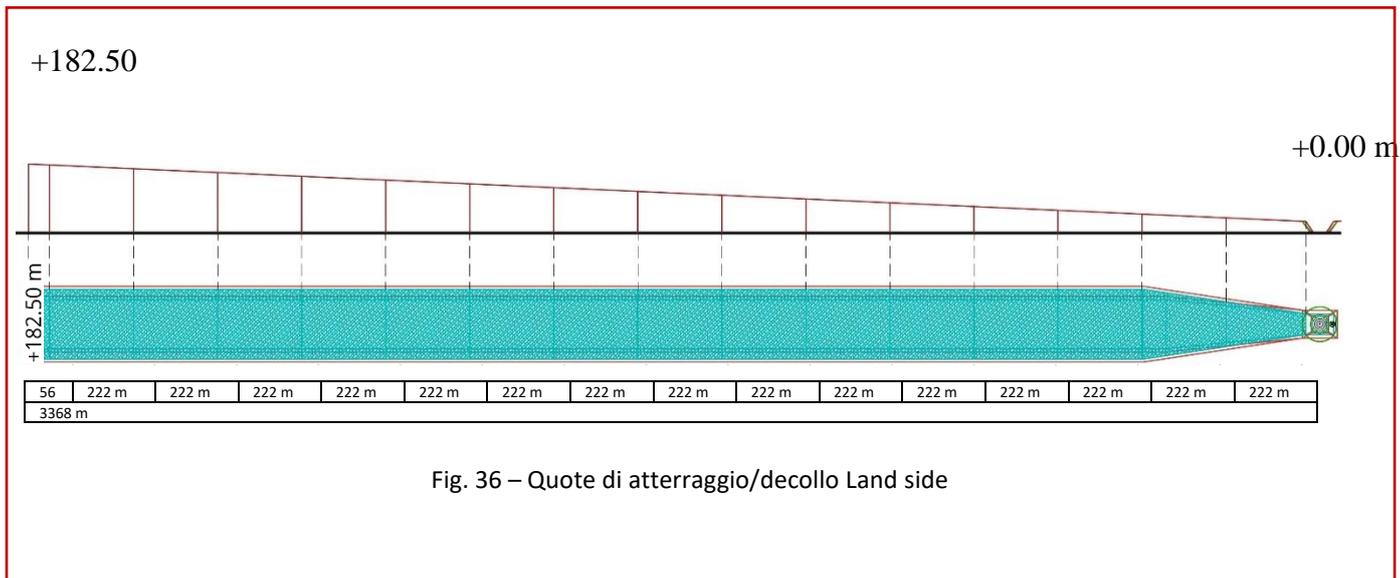
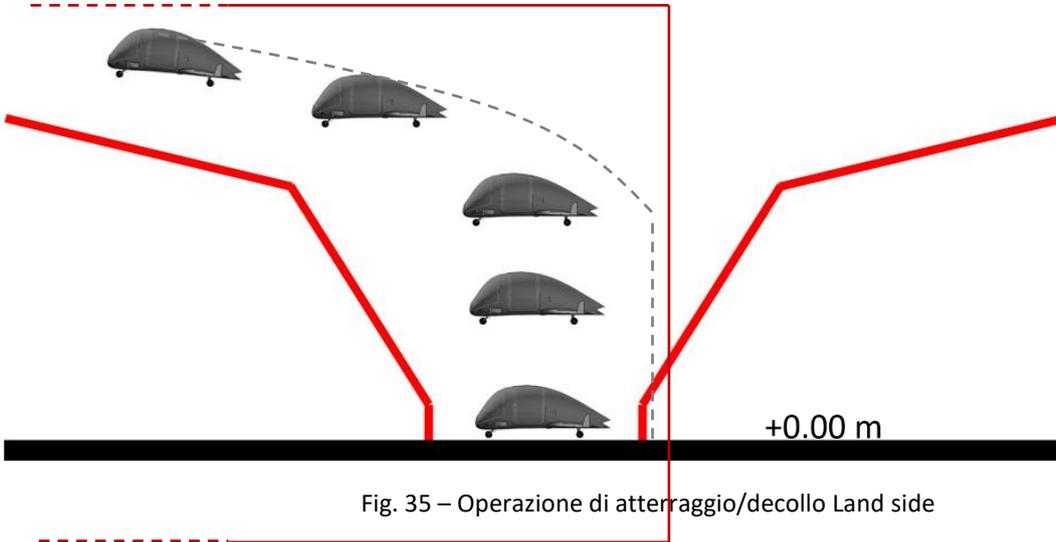


Fig. 34 – Superfici di limitazione ostacoli – Land side L.2

Progettazione pendenze

La lunghezza della superficie di salita di avvicinamento e decollo con categoria di progettazione della pendenza "A" è di 3 386 m che portano l'aeromobile con capacità VTOL a 152 m + 30.50 m = 182.50 m (600 ft) sopra la quota FATO.



7 LIMITI POSIZIONAMENTO INTERVENTI

Il Codice della Navigazione al Capo III, art. 707, comma 5, prevede che nelle direzioni di atterraggio e decollo degli aeroporti possono essere autorizzate opere o attività compatibili con gli appositi piani di rischio, che i comuni territorialmente competenti adottano, anche sulla base delle eventuali direttive regionali, nel rispetto del regolamento dell'ENAC sulla costruzione e gestione degli aeroporti, di attuazione dell'Annesso XIV ICAO.

Il Piano di Rischio Aeroportuale comporta l'individuazione di zone di tutela, che assumono caratteristiche differenti in rapporto al codice di riferimento dell'aeroporto che viene determinato sulla base delle caratteristiche dimensionali delle piste.

L'aeroporto Marco Polo di Tessera-Venezia è costituito da due piste: la principale 04R/22L corrispondente a dimensioni di 3.300 m. x 45 m. e la secondaria 04L/22R corrispondente a dimensioni di m. 2.780 m x 45 m.

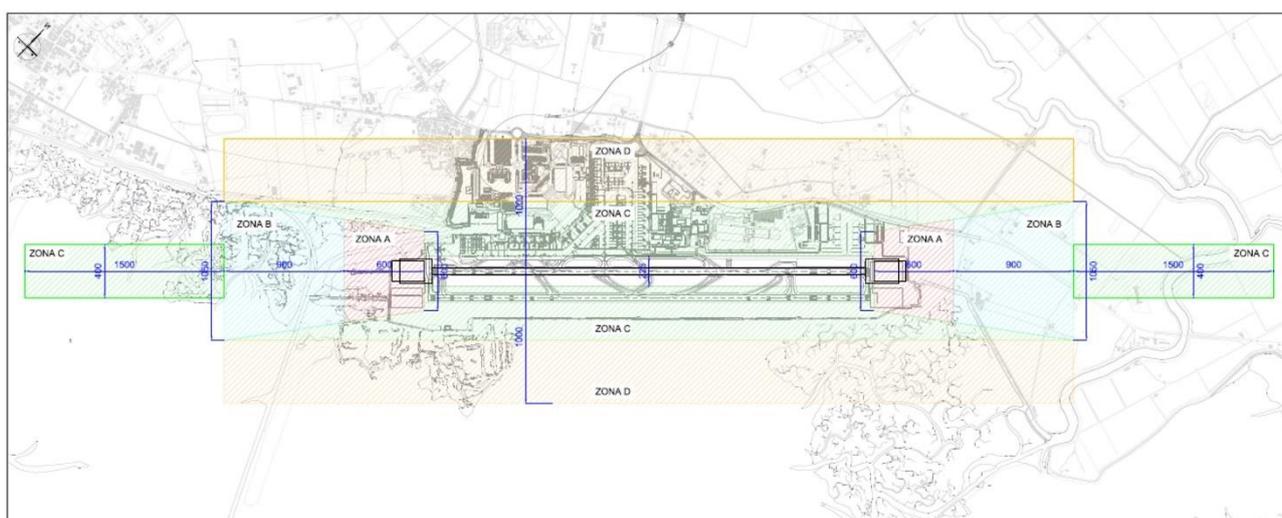


Fig. 37 – Zone di tutela (RWY 04L/22R)

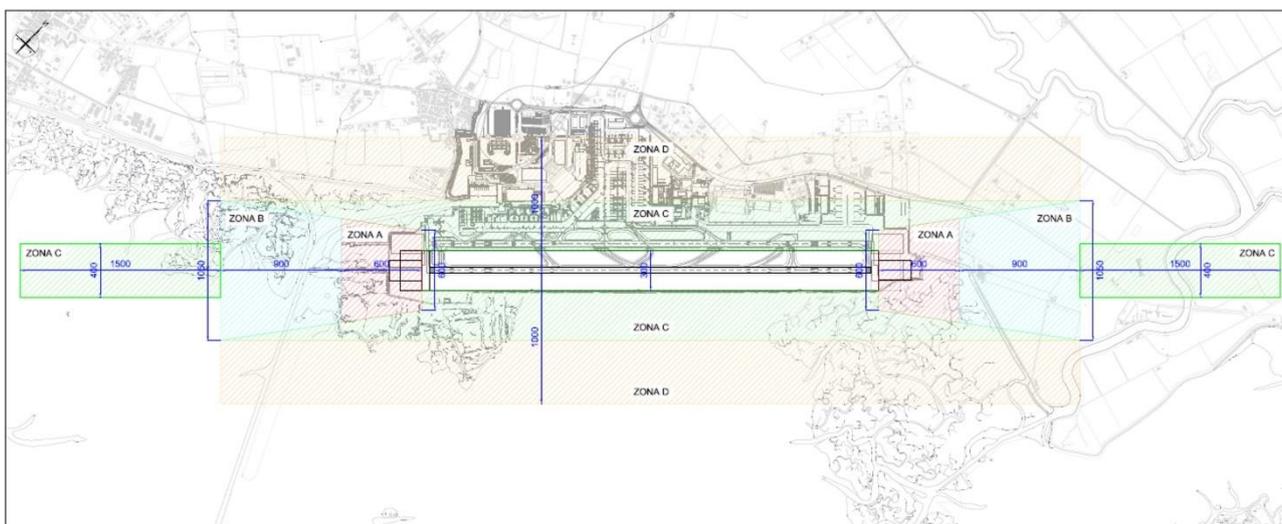


Fig. 38 – Zone di tutela (RWY 04R/22L)



7.1 LANDSIDE – ZONA DI RISCHIO D

- Zona di tutela D: in tale zona, caratterizzata da un livello minimo di tutela e finalizzata a garantire uno sviluppo del territorio in maniera opportuna e coordinata con l'operatività aeroportuale, va evitata la realizzazione di interventi puntuali ad elevato affollamento, quali centri commerciali, congressuali e sportivi a forte concentrazione, edilizia intensiva, ecc...

7.2 AIRSIDE – ZONA DI RISCHIO C

- Zona di tutela C: possono essere previsti un ragionevole incremento della funzione residenziale, con indici di edificabilità medi, e nuove attività non residenziali.

Nella zona di tutela C vanno evitati: - insediamenti ad elevato affollamento, quali centri commerciali, congressuali e sportivi a forte concentrazione, edilizia intensiva, ecc... ; - costruzioni di scuole, ospedali e, in generale, obiettivi sensibili; - attività che possono creare pericolo di incendio, esplosione e danno ambientale.

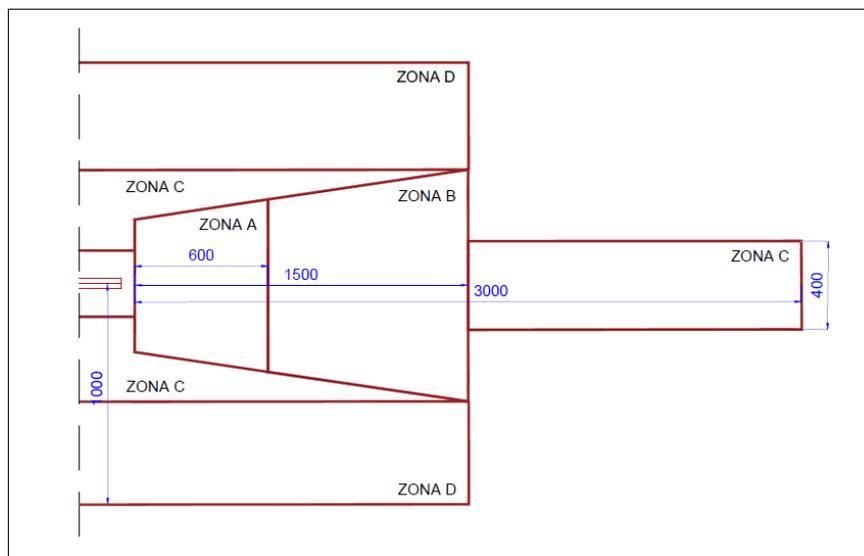


Fig. 39 – Zone di tutela piste di volo codice 4

8 TERMINAL CONCETTO ARCHITETTONICO

Nella presente relazione sono state sviluppate valutazioni ed ipotesi sulle possibili soluzioni architettoniche per il terminal, pensato in un'ottica di sviluppo modulare con tecnologie prefabbricate e compatte.

Di seguito si riporta una sintesi degli studi effettuati e la soluzione finale adottata.

8.1 PROPOSTA 'ORIGAMI'

Il concept architettonico prende spunti dall'architettura dell'aeroporto adiacente e dai suoi riferimenti storici alle Gaggiandre dell'Arsenale vecchio di Venezia ed in particolare la serie dei tetti a falde e dei pilastri in laterizio traducendoli in una forma architettonica ispirata all'arte dell'origami. La copertura del nucleo principale del terminale è formata da una serie di doppie falde contrapposte ed è ancorata tra due volumi chiusi.



K ARCHITECTURES SIGWALT HERMAN
Domaine de Bayssan Auditorium



RYUICHI ASHIZAWA ARCHITECTS & ASSOCIATES
Corinth Hut

Fig. 40 – Riferimenti e spunti d' architettura origami

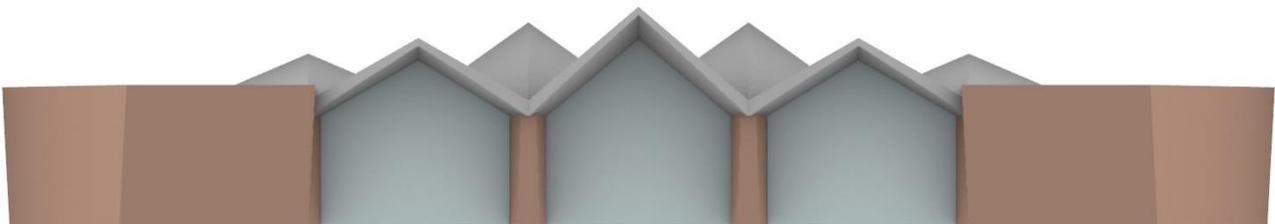


Fig. 41 – Proposta 'Origami': Prospetto

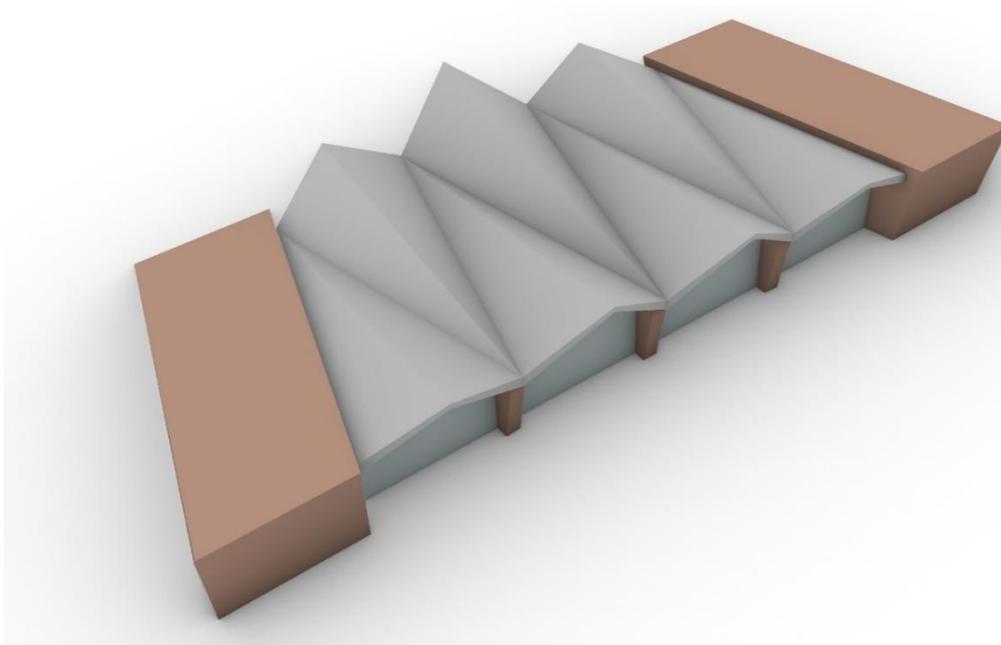


Fig. 42 – Proposta 'Origami': Vista a volo d'uccello

La continuità tra le chiusure orizzontali e verticali espressa dalla forma origami, si estende anche alla continuità tra esterno e interno con la due grande vetrata dell'area d'ingresso al lato Landside e quella al lato opposto che permette un accesso diretto dalla zona di partenza e di arrivo alla zona degli stand nell' Airside.

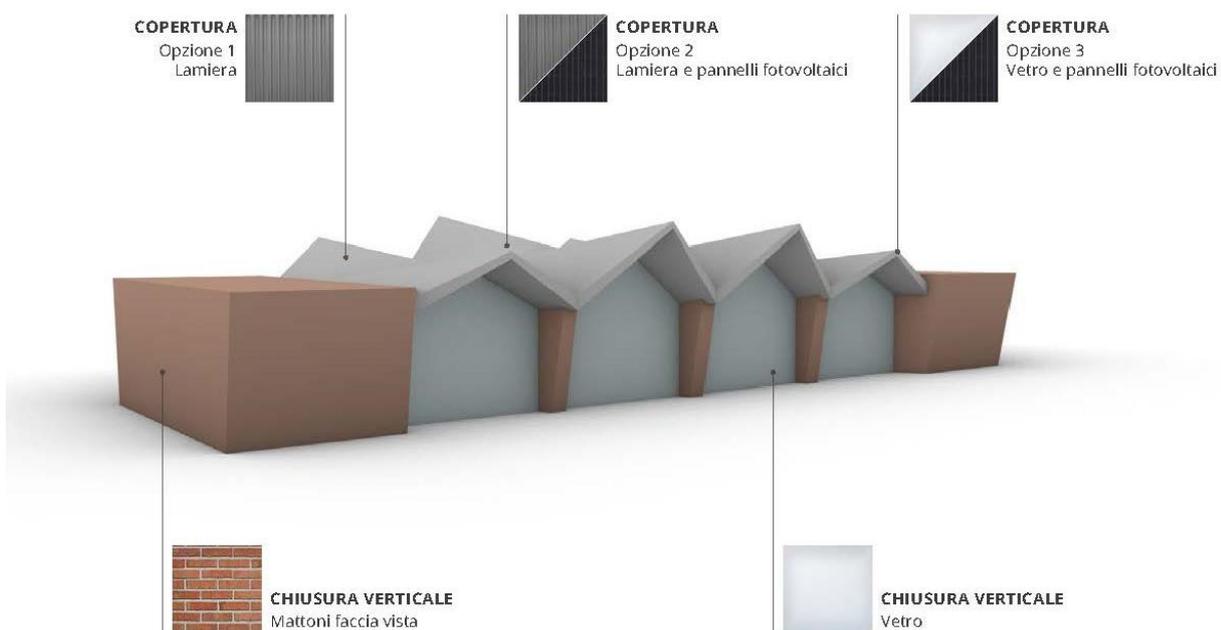


Fig. 43 – Proposta 'Origami': Vista Prospettiva

8.2 ALTERNATIVE 'VENTAGLIO' E 'FAVO'

L'ulteriore sviluppo del concetto architettonico è stato orientato verso un'architettura che fosse in grado di adattarsi a eventuali future espansioni dei terminal proposti e che fosse più aperta a eventuali modifiche delle esigenze operative.

Il sistema modulare ed estensibile in cui la proliferazione di un set di moduli relativamente semplici può generare una varietà di configurazioni complesse. La flessibilità innata può far sorgere soluzioni di progettazione più reattive e adattive alla posizione e ai requisiti di capacità. Due approcci alternativi, ispirati alla geometria frattale ("ventaglio") e alle potenzialità delle strutture cellulari ("favo") presenti in natura, sono stati studiati e testati con prototipi per gli attuali requisiti del terminale.

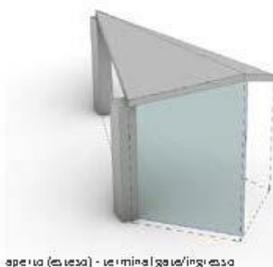
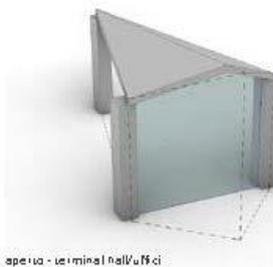
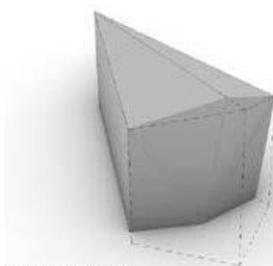
ALTERNATIVA 'VENTAGLIO'

RICHARD ROYAL
Serie di Torri Geometriche



STRUTTURA MODULARE

MODULI



POSSIBILI SCENARI

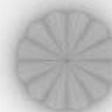


Fig. 44 – Alternativa 'Ventaglio': Riferimento e Struttura Modulare

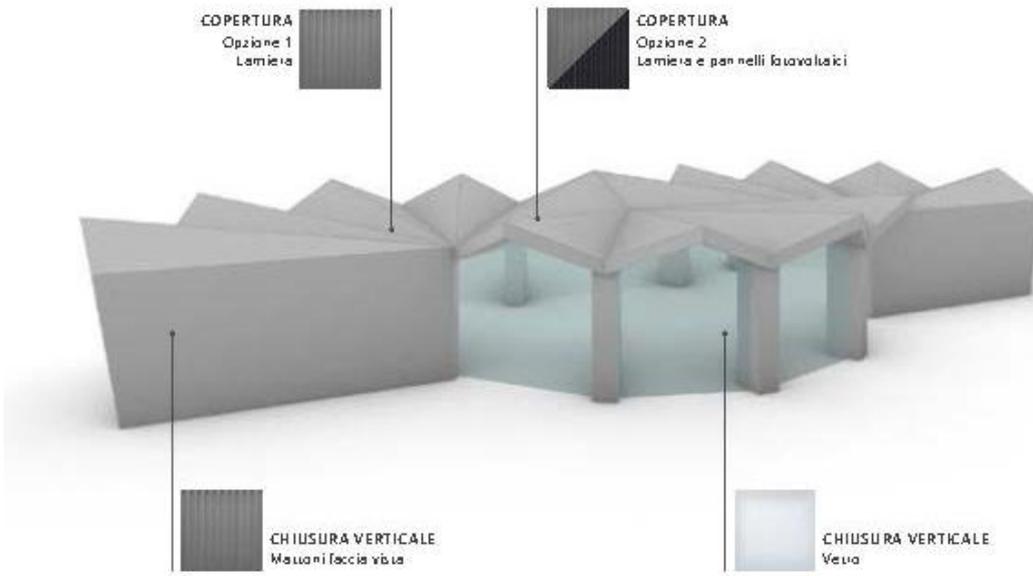


Fig. 45 – Alternativa ‘Ventaglio’: Vista Prospettiva

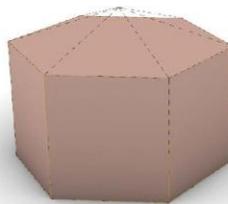
ALTERNATIVA ‘FAVO’

OPEN ARCHITECTURE
HEX-SYS

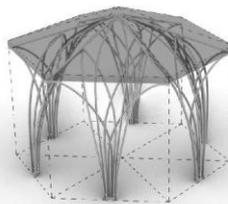
STRUTTURA MODULARE



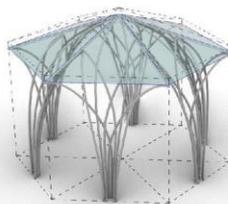
MODULI



chiuso - locali tecnici



aperto (opaco) - terminal hall/uffici



aperto (trasparente) - tettoie

POSSIBILI SCENARI

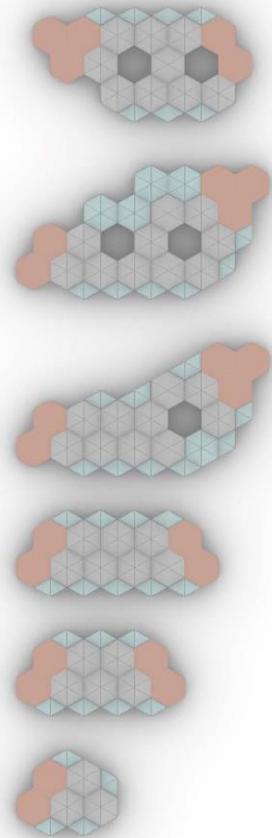


Fig. 46 – Alternativa ‘Favo’: Riferimento e Struttura Modulare

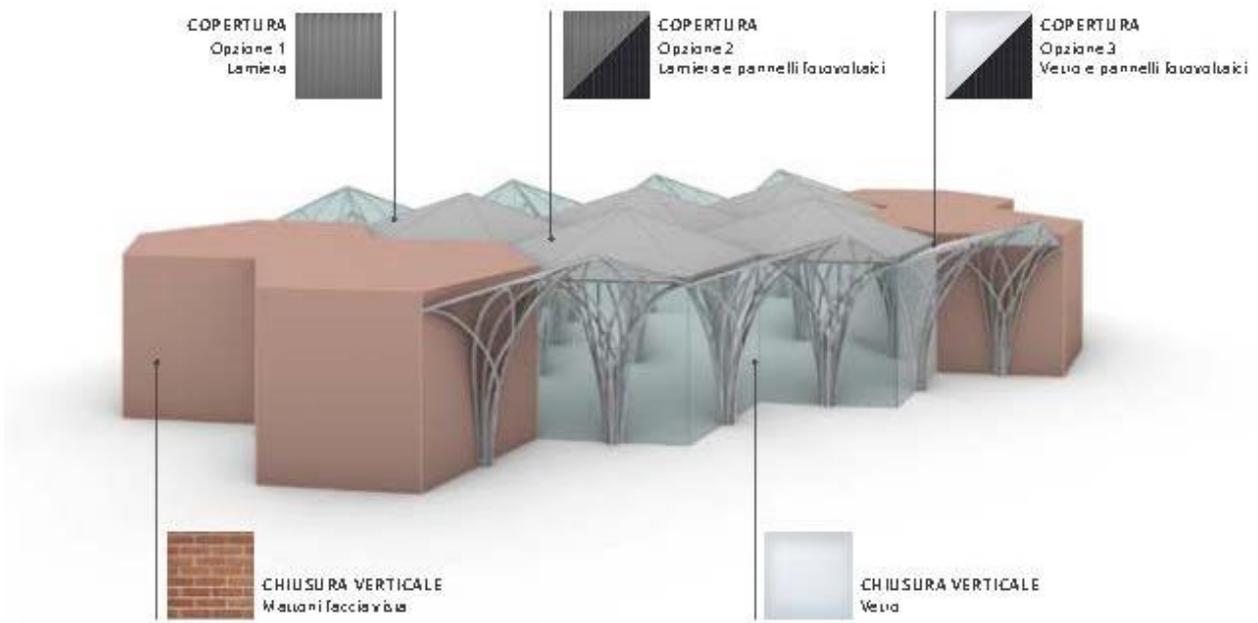
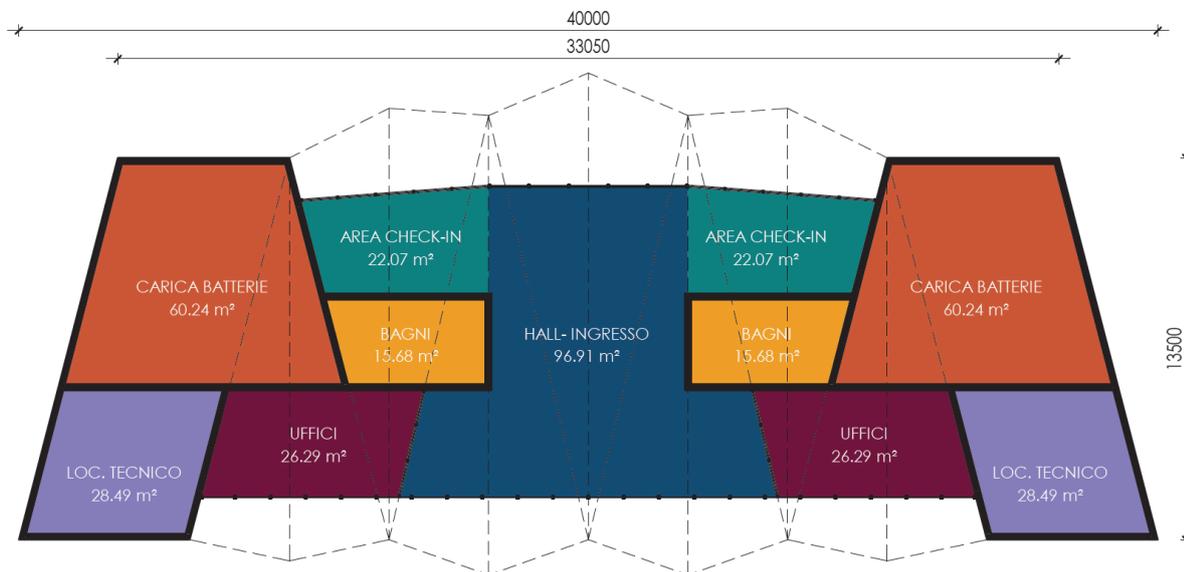


Fig. 47 – Alternativa 'Favo': Vista Prospettiva

8.3 PROPOSTA

Le 2 ipotesi di terminal si contraddistinguono per dimensioni differenti. Il terminal sarà composto dai seguenti locali:



TERMINAL LAND-SIDE
Area complessiva: 430 mq

Sono stati considerati i seguenti sistemi funzionali dell'infrastruttura:

1. Hall ingresso
2. Check-in
3. Bagni
4. Uffici
5. Locali tecnici
6. Locali carica batterie

La soluzione può accogliere circa n.40 passeggeri negli spazi comuni, garantendo un alto livello di confort minimo, di almeno 2,50-3,00 m2 per passeggero presente nello stesso istante. In relazione al progetto dei nuovi Vertiporti siti nel contesto aeroportuale di Venezia, i terminal e le nuove costruzioni, sono ideati tecnicamente con l'applicazione di soluzioni prefabbricate modulari, di veloce realizzazione e facile possibilità di ampliamento. È presente un margine di sicurezza che porta a poter effettuare ragionamenti di ottimizzazione sulle superfici ipotizzate, che possono essere applicati nei successivi step di progettazione. Questo studio considera spazi ampi e un layout con standard m2/utente molto elevati. Considerato che la realizzazione di questa nuova infrastruttura avrà tempistiche di avvio lente e sulla base degli studi legati alla richiesta si ipotizzano dati di movimenti/giorno. Nelle prime fasi di avvio si stimano richieste che generano un utilizzo del terminal molto ridotto. Per queste motivazioni si è scelto di definire una soluzione compatta, vedi capitolo successivo.

8.4 ALTERNATIVA "COMPACT" – SOLUZIONE ADOTTATA

Il terminal nella sua versione compatta prevede una superficie di circa 120 m². Come indicato nel capitolo precedente, per la fattibilità oggetto della presente relazione, è stato scelto in via preferenziale di adottare una soluzione compatta per ottimizzare gli investimenti, garantire la flessibilità ed agevolare l'operatività durante le fasi transitorie di sviluppo. Il distributivo garantisce sia un'esperienza confortevole per i passeggeri con un traffico veloce, sia una presa di terra il più piccola possibile. Il design modulare di questa infrastruttura conferisce una grande flessibilità d'uso e una costruzione rapida e semplice, con uno sforzo speciale per la riduzione dei rifiuti legati ai lavori e l'approvvigionamento di materiali che danno la priorità dei circuiti brevi.

Hall-ingresso	46 mq
Uffici	18 mq
Servizi igienici	18 mq
Locale tecnico	22 mq
Carica batterie	16 mq

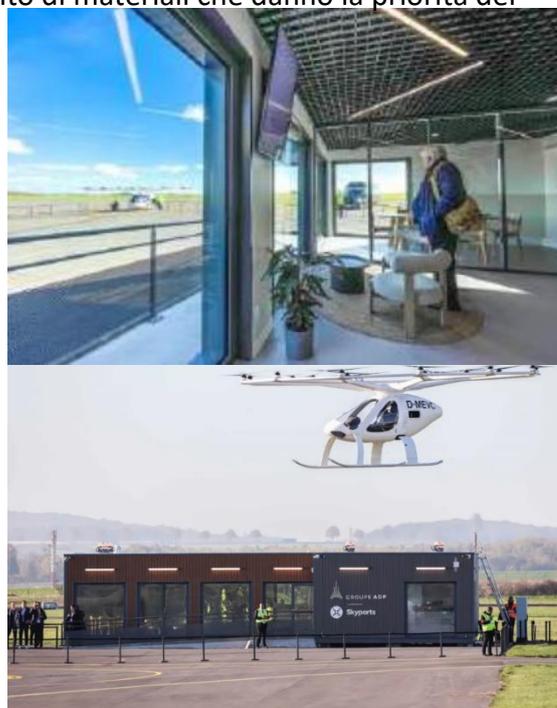


Fig. 48 – Terminal vertiporto - Aeroporto di Pontoise Cormeilles-en-Vexin

9 SUPERFICI DI LIMITAZIONE

La seguente tabella indica i punti di massima sommità delle varie opere:

INFRASTRUTTURE						SUPERFICI		
STAND		TERMINAL		FATO		TRANSIZIONE (1)	ORIZZONTALE INTERNA (2)	VERIFICA
Distanza bordo pista	Altezza	Distanza bordo pista	Altezza	Distanza bordo pista	Altezza (VTOL o Volume ostacoli)			

LANDSIDE

Opzione L.2	715 m	5.5 m	754 m	7.0 m	647 m	30.5 m	nd	46.65 m	√
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	----	---------	---

AIRSIDE

Opzione A.1	201 m	5.5 m	nd	nd	198 m	5.5 m	(3) 16,5 m (5) 16 m	46.65 m	√
--------------------	-------	-------	----	----	-------	-------	------------------------	---------	---

- (1) La superficie di transizione è una superficie che si sviluppa dal bordo laterale della strip e da parte del bordo laterale della superficie di avvicinamento, con pendenza verso l'alto e verso l'esterno, fino alla superficie interna orizzontale (Inner Horizontal Surface (IHS)).
- (2) L'IHS è una superficie orizzontale collocata al di sopra di un aeroporto e delle sue aree limitrofe. Essa è contenuta in un piano orizzontale posto 45 m al di sopra dell'elevazione della più bassa soglia pista, esistente o prevista in quell'aeroporto o del valore stabilito dall'ENAC a tale proposito.
- (3) Altezza massima disponibile in corrispondenza degli STAND per verifica ostacoli con le superfici di transizione;
- (4) Altezza massima disponibile in corrispondenza del TERMINAL per verifica ostacoli con le superfici di transizione;
- (5) Altezza massima disponibile in corrispondenza delle FATO per verifica ostacoli con le superfici di transizione.



Dalla verifica eseguita risulta che nessun intervento in progetto interferisce con le superfici di delimitazione degli ostacoli dell'aeroporto di Venezia e che pertanto sussistono le condizioni per la realizzazione degli interventi.

10 IPOTESI TECNOLOGICHE

Per entrambi i siti, Land side ed Air side, si andrà ad utilizzare strutture sopraelevate. L'aeroporto Land side, nella sua configurazione finale, dovrà essere posizionato sopra un parcheggio, mentre l'aeroporto Air side, sempre nella sua configurazione finale, dovrà essere posizionato nell'acqua della laguna, pertanto entrambi avranno la necessità di una base rialzata e sostenuta da una struttura sopraelevata; rispettivamente una su "terra" ed una su "mare".

10.1 VERTIPORTO LAND SIDE

Il vertiporto Land side sarà previsto su una piastra, sotto la quale saranno previsti parcheggi per totale 900 posti auto.

- Sopra: Vertiporto completo raggiungibile con una rampa carrabile dedicata su un lato;
- Sotto: Parcheggio auto, su 1 o 2 livelli, 450-500 posti per livello.

10.1.1 IPOTESI 1

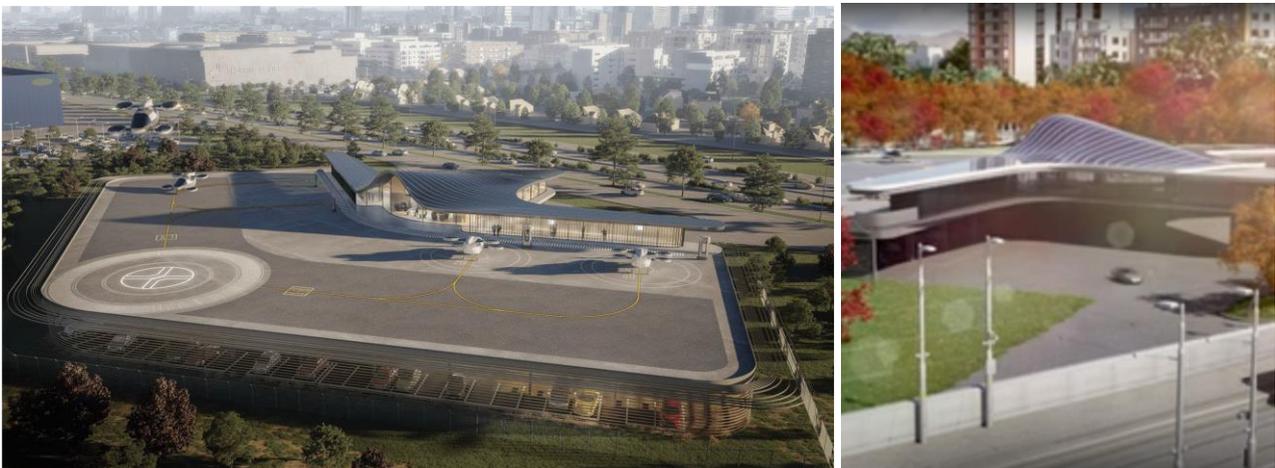


Fig. 49 – Ferrovial – proyepto para desarrollar vertipuertos sostenibles en España

10.1.2 IPOTESI 2



Fig. 50 – Ferrovial and Eve Air Mobility - team up on urban air traffic in the United States and Europe

11 ALTERNATIVE PROGETTUALI PER IL SITO AIRSIDE

Per il sito Airside, si ipotizza possibile la valutazione futura di un'alternativa progettuale, che posiziona il sito nella barena, come indicato nell'immagine seguente, al punto A.3:



Fig. 51 – Localizzazione del “sistema AAM” nel sedime di VCE – alternativa progettuale Airside

L'ipotesi prevede uno STAND e una FATO in barena, collegati da una taxiway. Il dimensionamento dell'infrastruttura di volo ipotizzato considera un Dvalue massimo di 18.5m per ridurre al minimo lo spazio occupato.

Prevede inoltre un TERMINAL per attesa, servizi e locali tecnici di 120 mq, e dovrebbe predisporre un ponte di collegamento alla viabilità esistente per l'accesso al sito.

Questo sito può prevedere un ulteriore step di ampliamento con un incremento della superficie del TERMINAL e la realizzazione di n.°2 ulteriori STAND, la modifica di adeguamento e l'estensione della taxiway di collegamento e della viabilità per i mezzi di rampa.

Il terminal previsto in questa fase di ampliamento considera una superficie massima di 240 mq.

L'ipotesi di alternativa progettuale, prevede un'infrastruttura dimensionata come segue:

- N.1 FATO dimensionate con 1 DValue di 18,5 m;
- N. 4 STAND (dimensionati con DValue di 18,5 m);
- N.1 elemento infrastrutturale di collegamento tra FATO e STAND (TAXIWAY);
- N.1 Terminal per la gestione dei flussi di passeggeri (240mq massimo);
- Una viabilità esterna al vertiporto per i collegamenti con la viabilità aeroportuale che possa permettere ai mezzi di rampa di essere percorsa e di mettere in collegamento tra loro queste infrastrutture.
- Un Hangar di manutenzione ed un eventuale copertura per lo stand, in modo che il velivolo possa essere ricoverato provvisoriamente in un'area coperta.

Di seguito viene fornita una panoramica della fasi qui sopra descritte e considerate per la definizione di questa alternativa progettuale.

Vertiporto Airside A3:

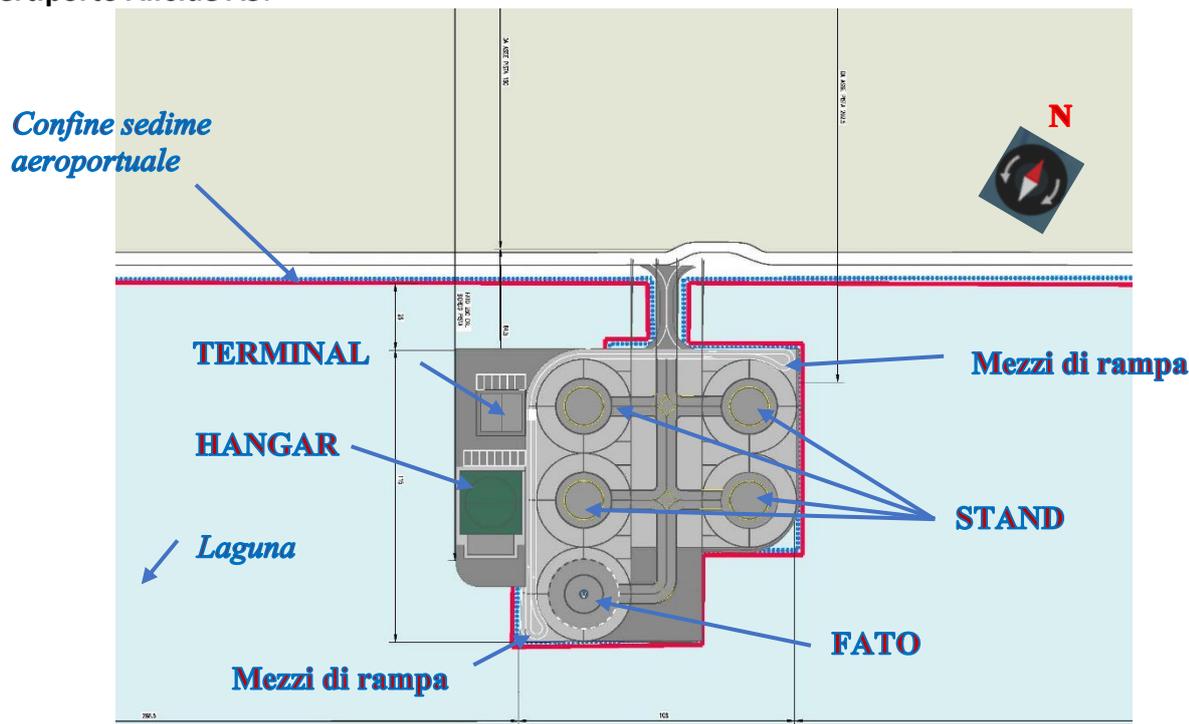


Fig. 52 – Vertiporto Air side Fase Finale

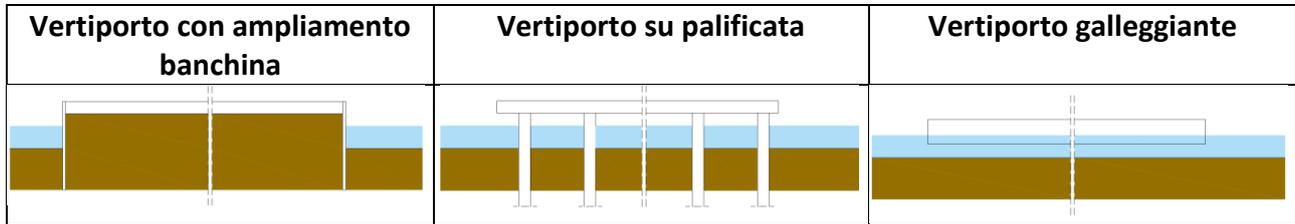
Tale situazione è prevede la sua geolocalizzazione in barena, con distanza maggiore di 250m dalla pista e quindi maggiormente indipendente dal punto di vista operativo e dal traffico aereo dell'aeroporto.

Inoltre tale soluzione prevede una modifica del sedime aeroportuale che dovrebbe prevedere l'inclusione della porzione di barena, come area parte del sedime attuale.

La soluzione A.3 è una soluzione che può essere realizzata anch'essa per fasi nel caos venisse presa in considerazione ed ipotizza una soluzione tecnica prefabbricata su pali, che consideri attentamente gli aspetti paesaggistici e di compatibilità ambientale, e permetta una limitata manutenzione nel tempo, che deve essere approfondita nei suoi dettagli per la sua realizzazione. Nei capitoli seguenti, per completamento di quanto qui sopra ipotizzato, si illustrano le ipotesi di tecnologie che possono essere adottate.

11.1 VALUTAZIONI TECNOLOGIA PER VERTIPORTO AIR SIDE - ALTERNATIVA PROGETTUALE

Per la realizzazione del Vertiporto in Air side si propongono le seguenti soluzioni tecnologiche:



Ciascuna introduce diversi vantaggi e svantaggi, meglio evidenziati nella tabella sottostante:

	Vertiporto con ampliamento banchina	Vertiporto su palificata	Vertiporto galleggiante
Calcolo sommario della spesa			
Impatto ambientale			
Stabilità			
Impatto di cantiere			
Durabilità			
Tempistiche d'intervento			
Compatibilità con funzione			

LEGENDA:

	Vantaggio
	Svantaggio

La scelta preponderante per una serie di aspetti, come si può intuire dalla tabella comparativa soprastante, è quella di un vertiporto su palificata, rialzato rispetto alla laguna e collegato alla viabilità perimetrale del sedime aeroportuale sita in air side.

11.1.1 VERTIPORTO CON AMPLIAMENTO BANCHINA

L'intervento consiste nella riprofilatura della banchina con la costruzione di una nuova terrazza per l'atterraggio e la movimentazione dei velivoli VTOL.

La struttura perimetrale è formata da parancolato metallico conficcato nel fondale lagunare.



Fig. 53 – Marina Fiera di Genova

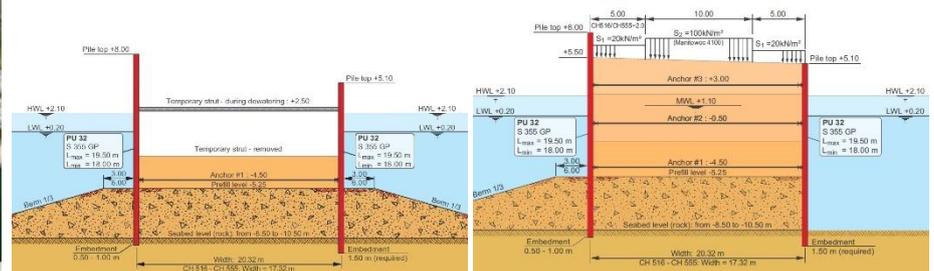


Fig. 54 – Spool Base Jetty, Dande - Angola

11.1.2 VERTIPORTO SU PALIFICATA

Realizzazione di piattaforma su palificata in c.a. o acciaio.

Il tipo di struttura e la sua fondazione dipendono dalla topografia del fondale lagunare, dalle condizioni geotecniche dell'area di progetto e dai suoi limiti spaziali.



Fig. 55 – Thursday Island Hospital Helipad

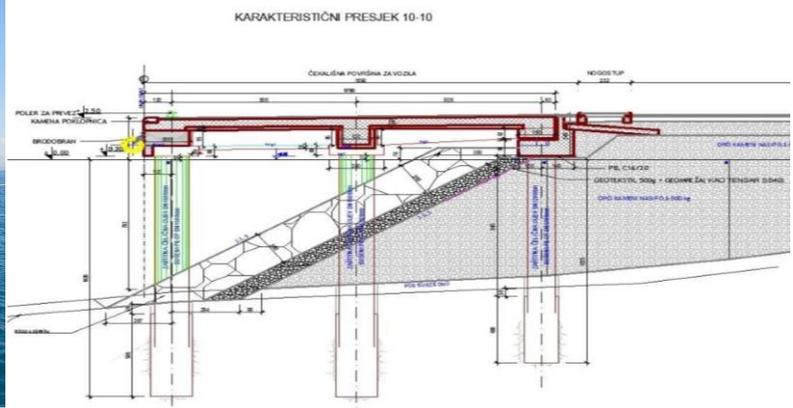
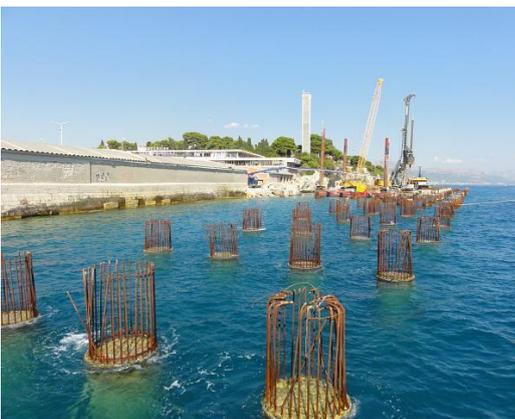


Fig. 56 – Split city port



Fig. 57 – London heliport in Battersea

11.1.3 VERTIPORTO GALLEGGIANTE

Realizzazione di piattaforma galleggiante su pannelli modulari combinati.

La soluzione permette di mitigare le preoccupazioni ambientali per la vita marina e l'habitat naturale senza che vengano eseguiti lavori in acqua.

Quando la marea si alza, la piattaforma galleggiante sale mantenendo il piano di appoggio alto e asciutto.



Fig. 58 – Pacific Heliport/HeliJet International, Vancouver

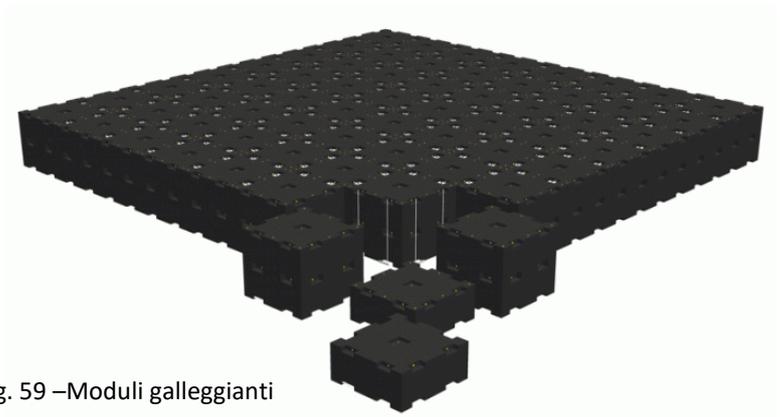


Fig. 59 –Moduli galleggianti

11.1.3.1 COMPATIBILITÀ CON IL SITO

La soluzione galleggiante, molto interessante per le realizzazioni di questo tipo, purtroppo non è compatibile con il sito geografico come si può vedere dall'estratto della mappa che indica le profondità presenti attualmente, che ne determinano l'impedimento tecnico principale

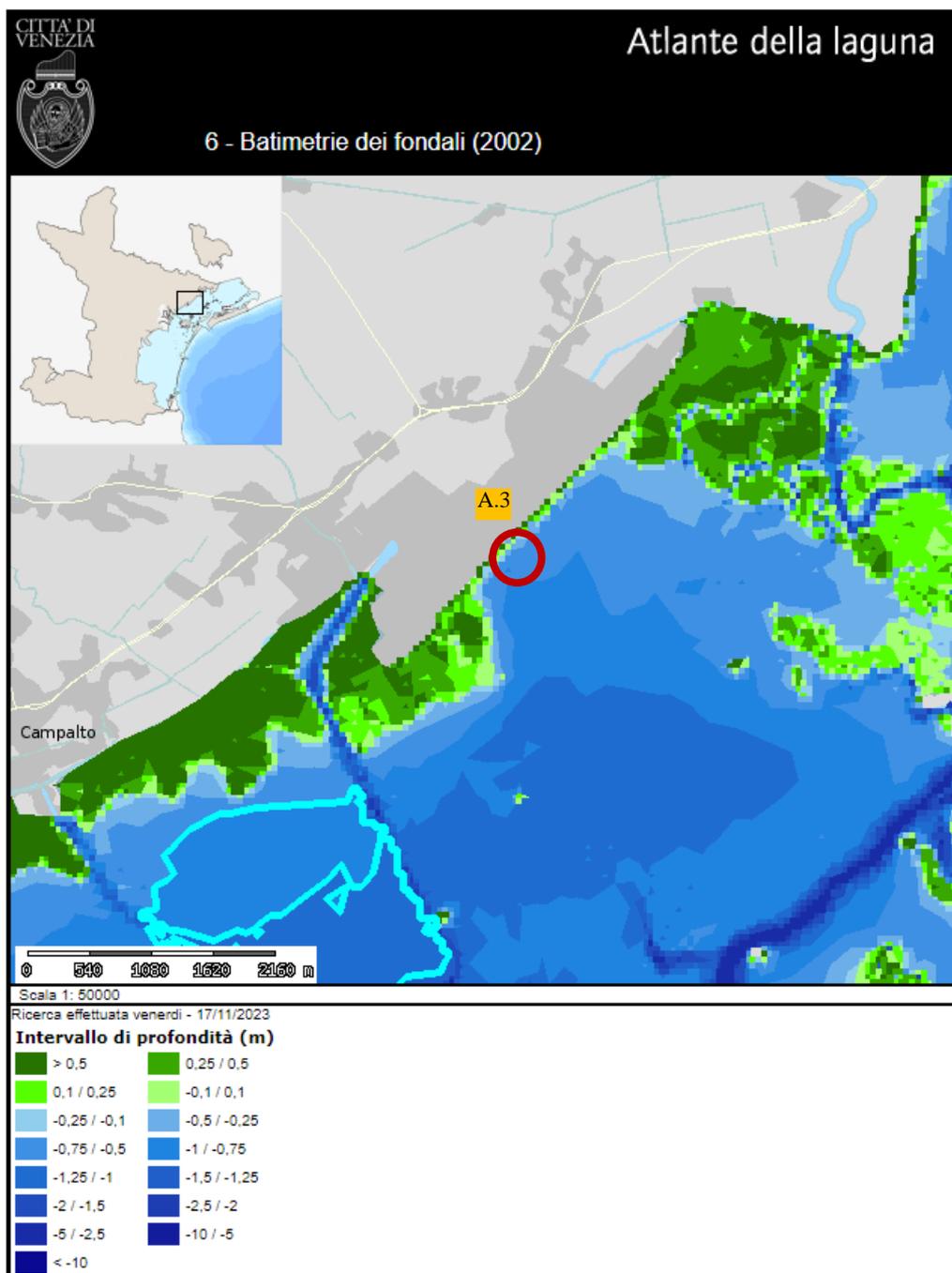


Fig. 60 – Batimetrie dei fondali – Città di Venezia

Tale soluzione, viste le profondità disponibili nell'area della laguna per la nuova realizzazione (-0.6m / -0.7m), rendono incompatibile l'adozione di tale tecnologia, anche se a tutti gli effetti la realizzazione si sarebbe dimostrata la più flessibile e meno invasiva.

11.1.4 EVENTUALE ALIMENTAZIONE UTENZE

Il vertiporto Air side, così come preliminarmente ipotizzato potrebbe avere disponibilità di una cabina di Media tensione a 350 metri circa di distanza con sufficiente potenza disponibile.

Il fabbisogno stimato per il Vertiporto Airside, identificato come eventuale alternativa progettuale, considerando l'implementazione di un'infrastruttura avente n.°1 FATO + n.°3 STAND stima in una potenza per ricarica eVTOL pari a 1,2 MW.

Potrebbe quindi eventualmente essere prevista la realizzazione di cavidotti MT in prossimità della nuova realizzazione e realizzando comunque una cabina con dei trasformatori MT/BT per la consegna delle alimentazioni.

Vedi immagine seguente:



In ogni caso per questa soluzione occorre predisporre la realizzazione di una nuova cabina in sito.

12 FABBISOGNO ENERGETICO E PUNTI DI PRELIEVO

12.1 FABBISOGNO ENERGETICO PER FASE

Di seguito i valori di potenza elettrica per le ricarica degli eVTOL, utili per il dimensionamento delle cabine.

Fabbisogno energetico per fase:

- **Vertiporto Airside – (1 FATO + 1 STAND)**
Fabbisogno potenza per ricarica eVTOL = 400 kW
- **Vertiporto Landside – FASE 1 (1FATO + 1 STAND)**
Fabbisogno potenza per ricarica eVTOL = 400 kW
- **Vertiporto Landside – FASE 2 (2FATO + 4 STAND)**
Fabbisogno potenza per ricarica eVTOL = 1,6 MW

12.2 ALIMENTAZIONE VERTIPORTI

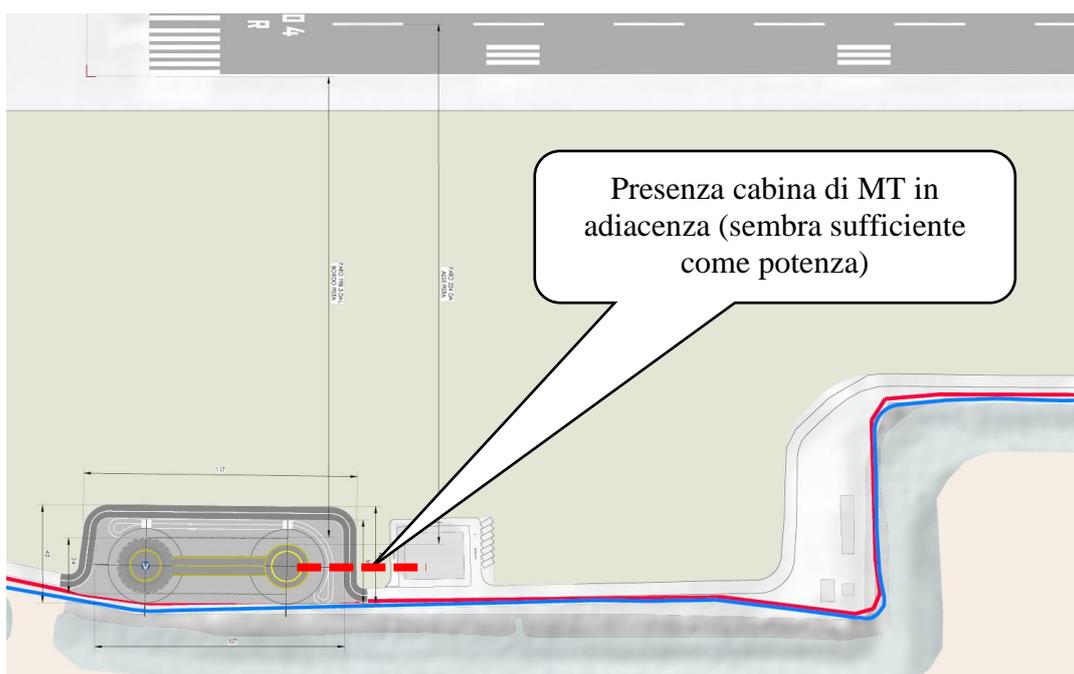
Si parte dal concetto che le forniture elettriche dei vertiporti partano con punto di consegna da cabina esistente.

Di seguito le due ipotesi per ciascun vertiporto:

Il vertiporto Air side, avrà disponibilità di una cabina di Media tensione a 350 metri circa di distanza con sufficiente potenza disponibile.

Si prevede la realizzazione di cavidotti MT in prossimità della nuova realizzazione e sarà realizzata comunemente una cabina con dei trasformatori MT/BT per la consegna delle alimentazioni.

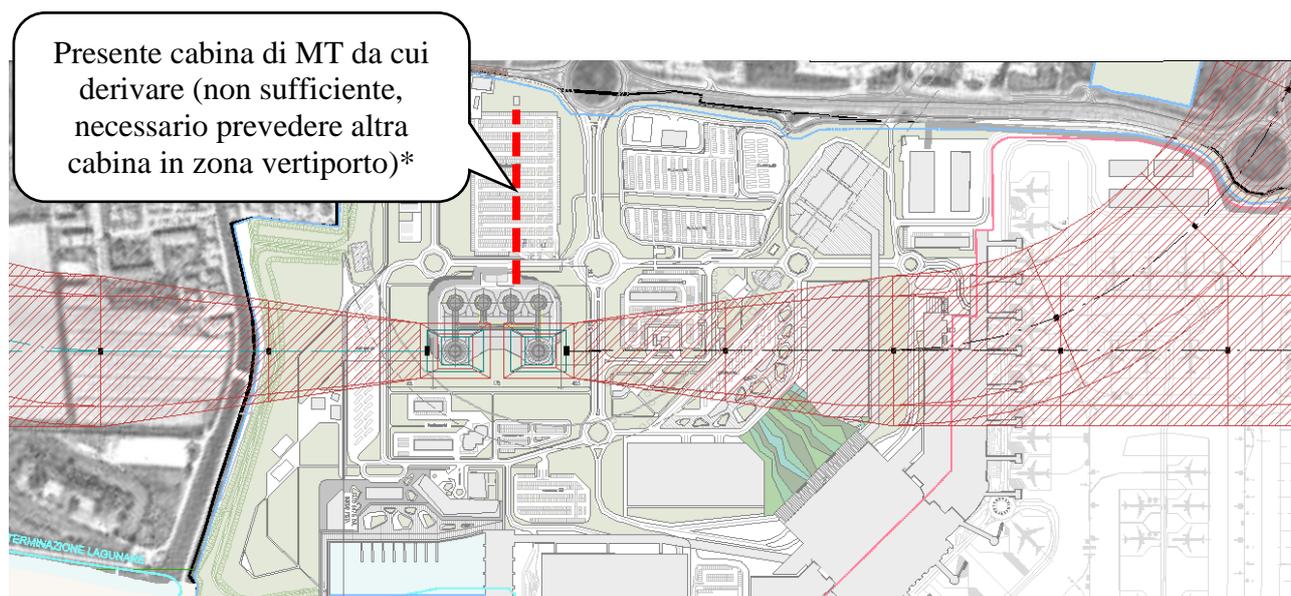
Vedi immagine seguente:



Il vertiporto Land side, avrà disponibilità di una cabina di Media tensione a 200 metri circa di distanza che però non ha sufficiente potenza disponibile.

Si prevede che nella fase 1 provvisoria possa essere derivata potenza disponibile nelle successive fasi invece sarà necessario creare un nuovo punto di consegna MT in prossimità del sito di nuova realizzazione prevedendo di realizzare inoltre una nuova cabina con dei trasformatori MT/BT per la consegna delle alimentazioni.

Vedi immagine seguente:



*per alimentare il Vertiporto stesso e tutti i parcheggi (attualmente è tutto green field);

Riassumendo:

- **Air side = nuova linea fino alla cabina MT adiacente, previa verifica e conferma di disponibilità**
- **Land side = nuova linea fino alla cabina MT per la fase 1 e le successive fasi necessiteranno la realizzazione di una nuova cabina ad esso dedicata**

13 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Di seguito di riporta il calcolo sommario della spesa derivante delle valutazioni effettuate, considerando quanto scritto nei precedenti paragrafi.

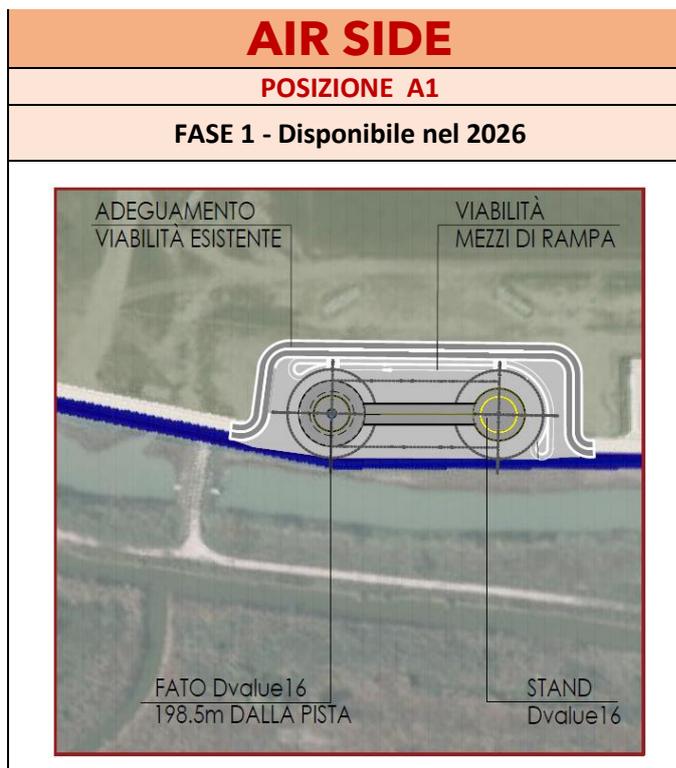
13.1 IPOTESI PER LA COMPOSIZIONE DELLA STIMA

Per arrivare ai costi identificati nelle stime che compongono il budget, il progettista si è basato su delle ipotesi che ha dovuto fissare per definire una linea di partenza.

Queste ipotesi sono state fatte sulla base della propria esperienza, sul contesto nel quale le strutture sono state collocate, in riferimento ai disegni di progetto che sono stati sviluppati congiuntamente con SAVE, e sempre e comunque a livello di progetto di pre-fattibilità tecnico economica a seguito di un sopralluogo.

Si fa presente che le stime, sono quindi soggette ad una ottimizzazione, sulla base dei requisiti e dei vincoli che possono essere imposti nello sviluppo delle successive fasi della progettazione e sulla base di offerte economiche che possono rettificare il prezzo individuato da prezzario (prezzario regione Veneto 2023 o DEI).

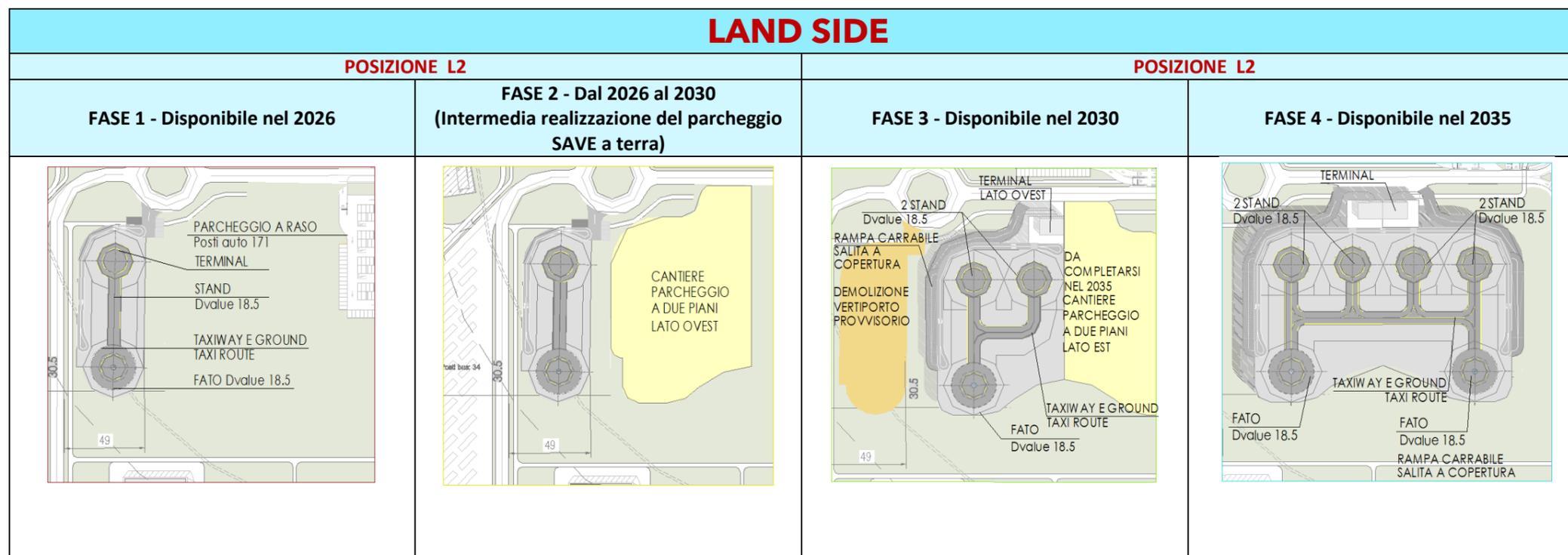
13.2 VERTIPORTO AIR SIDE – IMPORTO LAVORI



ID	OPERE	SUPERFICIE INTERVENTO [m2]	IMPORTI STIMATI [€]	%
1	OPERE CIVILI	4.405	375.500 €	47%
2	STRUTTURA		- €	0%
3	TERMINAL		- €	0%
4	DEMOLIZIONI		- €	0%
5	IMPIANTI MECCANICI E ANTINCENDIO		61.500 €	8%
6	IMPIANTI ELETTRICI		273.000 €	34%
7	IMPIANTI SPECIALI		85.000 €	11%

8	TOTALE		795.000 €	100%	795.000 €
---	---------------	--	------------------	-------------	------------------

13.3 VERTIPORTO LAND SIDE - IMPORTO LAVORI



ID	OPERE	POSIZIONE L2			POSIZIONE L2			POSIZIONE L2			POSIZIONE L2		
		SUPERFICIE INTERVENTO [m2]	IMPORTI STIMATI [€]	%	SUPERFICIE INTERVENTO [m2]	IMPORTI STIMATI [€]	%	SUPERFICIE INTERVENTO [m2]	IMPORTI STIMATI [€]	%	SUPERFICIE INTERVENTO [m2]	IMPORTI STIMATI [€]	%
1	OPERE CIVILI	4.350	379.500 €	33%	-	- €	0%	8.034	449.000 €	16%	7.374	427.000 €	34%
2	STRUTTURA		nel progetto del nuovo park sottostante	0%		nel progetto del nuovo park sottostante	0%		nel progetto del nuovo park sottostante	0%			
3	TERMINAL		420.000 €	37%		- €	0%		600.000 €	21%		- €	0%
4	DEMOLIZIONI		- €	0%		- €	0%		476.000 €	17%		- €	0%
5	IMPIANTI MECCANICI E ANTINCENDIO		61.500 €	5%		- €	0%		269.500 €	10%		104.500 €	8%
6	IMPIANTI ELETTRICI		202.000 €	18%		- €	0%		759.500 €	27%		457.000 €	37%
7	IMPIANTI SPECIALI		85.000 €	7%		- €	0%		255.000 €	9%		255.000 €	21%
8	TOTALE		1.148.000 €	100%		- €	0%		1.243.500 €	100%		1.243.500 €	100%

5.200.500 €

13.4 ESCLUSIONI

Si considerano esclusi dalla presente stima importo lavori, gli elementi facenti parte delle seguenti categorie (ove presente nei vari siti):

- Arredi interni;
- Arredo urbano;
- Drone VTOL;
- Batterie & BCS;
- Strumentazione utile al controllo accessi, desks check-in e lettori badge
- Ricarica bici & auto elettriche;
- Carrelli trasporto droni ed equipaggiamento specifico;
- Attrezzature salvavita/mediche;
- Allacciamenti utenze;
- I.V.A.;
- Sovrapprezzo per scavo archeologico;
- Archeologo;
- Vincoli ambientali;
- Ritardi/ imprevisti covid-19;
- Rifacimento limiti doganali e recinzioni;
- Impianti Wellpoint (se necessario);
- Bonifiche belliche (B.O.B.);
- Rilievo dei siti e dei relativi sottoservizi;
- Opere impiantistiche lungo la viabilità esistente del sito, per il raggiungimento del Vertiporto (Segnaletica, illuminazione viabilità esistente, controllo accessi, viabilità per linee di trasporto dedicate etc...);
- Esclusivamente per il sito Land Side si escludono le opere di fondazione e le strutture sopraelevate a supporto del nuovo Vertiporto in configurazione finale, in entrambe le fasi, in quanto si considerano oneri già previsti ed inclusi nella realizzazione del parcheggio a terra

13.4.1 PRESCRIZIONI DA PRATICHE O RICHIESTE ENTI

Si considerano esclusi dalla presente stima importo lavori, per entrambi i siti, eventuali richieste di integrazione conseguenti a prescrizioni derivanti dalle seguenti pratiche o richiesta da ENTI:

- Integrazioni conseguenti a studi di impatto acustico;
- Studi di valutazione ostacoli e integrazioni conseguenti a studi e valutazione ostacoli;
- Studi di conformità urbanistica e successive integrazioni;
- Commissione edilizia;
- Nulla osta beni Culturali (D.Lgs. 42/04 Titolo II) da richiedere alla Soprintendenza e beni architettonici;
- Nulla osta beni ambientali / Valutazione impatto ambientale (D.Lgs. 42/04 Titolo III) Soprintendenza e beni architettonici;
- Autorizzazione paesaggistica (D.Lgs. 42/04 Titolo III) e parere di compatibilità alla Soprintendenza e beni ambientali;
- Parere settore Polizia Municipale (accessi carrai, formazione recinzioni, aree a standard, etc);
- Autorizzazione scarico fognatura o sottosuolo;

- Parere U.L.S.S.;
- Parere SCIA antincendio VVF;
- Nulla osta / parere approvazione ENAC;
- Nulla osta / parere approvazione ANAS;
- Parere commissione Tecnica Regionale (ad es. per interventi di Edilizia Sanitaria);
- Autorizzazione Taglio degli alberi al servizio Forestale;
- Parere ENEL;
- Parere Acquedotto/Fognatura;
- Approvazione del piano di lavoro per la rimozione di materiale contenente amianto (SPISAL competente per territorio);
- Valutazione impatto ambientale.

Sono escluse dalle stime economiche tutti gli elementi non indicati nel calcolo sommario della spesa e non esplicitamente indicati, ed a nuovi eventuali requisiti aggiunti e/o richiesti come integrazione nelle fasi successive e future della progettazione (Fattibilità tecnico-economica/ Esecutivo).

Il budget di progetto, è da completare nelle successive fasi di progettazione formulando un quadro economico di progetto (Quadro B) che comprende quanto previsto da normativa vigente.

- FINE DOCUMENTO -