



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI



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

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE – “AMERIGO VESPUCCI”

Opera

MASTERPLAN AEROPORTUALE 2035
INTERVENTI DI ADEGUAMENTO E OTTIMIZZAZIONE DELLE AREE TERMINALI

Titolo Documento

DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI (DOCFAP)

Fase di Progetto

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

FASE	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PF	00	Ottobre 2022	N/A	FLR-NT-GE-RG-NA-02_DOCFAP
				NOME FILE DOCFAP

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	10/2022	Prima Emissione	TEKNE - LT	Arch. C. Grouman	L. Tenerani

COMMITTENTE PRINCIPALE		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		SUPPORTI SPECIALISTICI	
 ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti		 DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani		SUPPORTO PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA ACI ENGINEERING S.A. RAFAEL VIÑOLY ARCHITECTS PC	
		RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N°631		SUPPORTO STRUTTURALE 	SUPPORTO IMPIANTI IDRICI E IDRAULICI
		PROGETTISTA ARCHITETTURA E STRUTTURE Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N°1157		SUPPORTO IMPIANTI TERMOMECCANICI 	SUPPORTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI
POST HOLDER DI AREA	POST HOLDER PROGETTAZIONE AD INTERIM Dott. Vittorio Fanti	PROGETTISTA SPECIALISTICO IMPIANTI Ing. Andrea Bonciani Ordine degli Ingegneri di Firenze N°4150		SUPPORTO IDROLOGIA E IDRAULICA 	SUPPORTO PROGETTO APRON M.C.P. MARRADI CONSULTING PARTNERS Infrastructures Engineering, Technology & Consulting
	POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito	PROGETTISTA SPECIALISTICO APRON Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N°631		GEOLOGIA 	ARCHEOLOGIA
	POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini	PROGETTISTA VIABILITÀ E OPERE ESTERNE Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N°1157		SUPPORTO SISTEMA BHS 	CANTIERIZZAZIONE E SICUREZZA

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP)

Contenuti

1	PREMESSA	4
2	MACRO-ALTERNATIVE PROGETTUALI	7
2.1	Alternativa tra nuova opera o ampliamento	12
2.1.1	Ricognizione dello stato di fatto	12
2.1.2	Analisi alternative	15
2.2	Alternativa di riutilizzo aree dismesse	42
2.2.1	Ricognizione dello stato di fatto	42
2.2.2	Analisi alternative	46
2.2.3	Verifica rispetto alla soluzione progettuale adottata nel P.F.T.E.	48
2.3	Alternativa di localizzazione	52
2.3.1	Ricognizione dello stato di fatto	52
2.3.2	Analisi alternative	52
3	ALTERNATIVE DI CONCEPT	58
4	ALTERNATIVE DI TRACCIATO PER LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO	64
5	ALTERNATIVE DI APPROVVIGIONAMENTO	70
5.1	Approvvigionamento energia termica	71
5.2	Approvvigionamento energia frigorifera	73
5.3	Approvvigionamento idrico	75
5.4	Approvvigionamento energia elettrica	77
5.5	Collegamento Linea Telecomunicazioni	79
6	ANALISI BENEFICI / COSTI	81
6.1	Analisi finanziaria ed economica	81

6.2	Valutazione del rischio.....	96
7	VALUTAZIONE EX-POST: MONITORAGGIO INDICATORI DI PRESTAZIONE	100

1 PREMESSA

Il presente documento di fattibilità determina gli indirizzi progettuali necessari per la realizzazione del nuovo terminal dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze, sviluppando un confronto comparato tra alternative progettuali che perseguono gli obiettivi da traguardare.

Le alternative progettuali prese in considerazione ed analizzate sono:

- l'alternativa tra il recupero di un edificio esistente o la realizzazione di una nuova costruzione;
- l'alternativa tra il recupero di aree dismesse, limitando ulteriore consumo di suolo, o la costruzione su aree non urbanizzate;
- le alternative di localizzazione dell'intervento;
- le alternative di concept;
- le alternative di tracciato della viabilità;
- le alternative di approvvigionamento idrico e gli interventi per migliorare l'efficienza delle reti di distribuzione.

La proposta di progetto dovrà essere sviluppata in aderenza con i più recenti standard tecnologici, di sicurezza, di protezione e comfort dell'utente, in aggiunta ai riferimenti tecnici di rilievo dell'Industria dell'Aviazione. Il progetto dovrà inoltre tenere conto non solo degli aspetti operativi e funzionali che danno forma al programma dell'edificio, sviluppando una proposta architettonica che possa esprimere e materializzare il concetto di Senso del Luogo ed identità locale che lo connette intrinsecamente al territorio della Toscana.

L'approccio procedurale di pianificazione di tale opera è stato articolato in due principali macro-fasi propedeutiche alla redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, in coerenza con le *"Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC (Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108)"*.

Queste macro-fasi - coerenti con il vigente quadro normativo di settore riguardo alla cornice metodologica di riferimento - assolvono a due distinti obiettivi:

- definire “che cosa”, cioè individuare l’intervento infrastrutturale;
- definire “come”, cioè sviluppare il design dell’intervento.

Fasi, obiettivi, strumenti decisionali e documenti prodotti lungo il processo di pianificazione per il nuovo terminal possono essere ricapitolati secondo la seguente sintesi:

FASE	OBIETTIVO DI FASE	INPUT DI FASE	VALUTAZIONE DI IMPATTO OPERATIVO E STRATEGICO	STRUMENTI E TECNICHE DI SUPPORTO DELLE DECISIONI	OUTCOME DI PROCESSO
FASE 1	INDIVIDUAZIONE DELL’INTERVENTO: definizione del “CHE COSA” debba essere progettato in una cornice più generale di promozione dello sviluppo sostenibile.	VALUTAZIONE EX ANTE DEI FABBISOGNI ED INDIVIDUAZIONE GENERALE DEGLI OBIETTIVI	DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI PRESTAZIONE: - Indicatori quantitativi (indicatori di output) - Indicatori di performance (indicatori di performance)	- Analisi multicriterio - Analisi costi benefici	- DOCFAP - Documento di fattibilità delle alternative progettuali.
FASE 2	PROGETTAZIONE DELL’OPERA: definizione del “COME” pervenire ad una efficiente progettazione dell’opera, così come individuata nella prima macro-fase, tenendo conto degli elementi qualificativi di sostenibilità dell’opera stessa lungo l’intero ciclo di vita.	- DOCFAP - DIP	Definizione dei METODI DI VERIFICA	- Analisi multicriterio	- PFTE Indagini e studi necessari per la definizione degli obiettivi posti. Elaborati grafici per l’individuazione delle caratteristiche dimensionali, volumetriche, tipologiche, funzionali e tecnologiche. Stima economica.

Tabella 1 – Inquadramento di sintesi del processo

Avvalendosi delle indicazioni riportate nelle sopracitate linee guida del *Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibile*, di fronte all’oggettiva semplicità concettuale del confronto comparato tra alcune alternative, sono stati utilizzati strumenti metodologici più speditivi a supporto della scelta progettuale.

L’alternativa prescelta a seguito della comparazione è stata successivamente sottoposta ad analisi costi benefici.

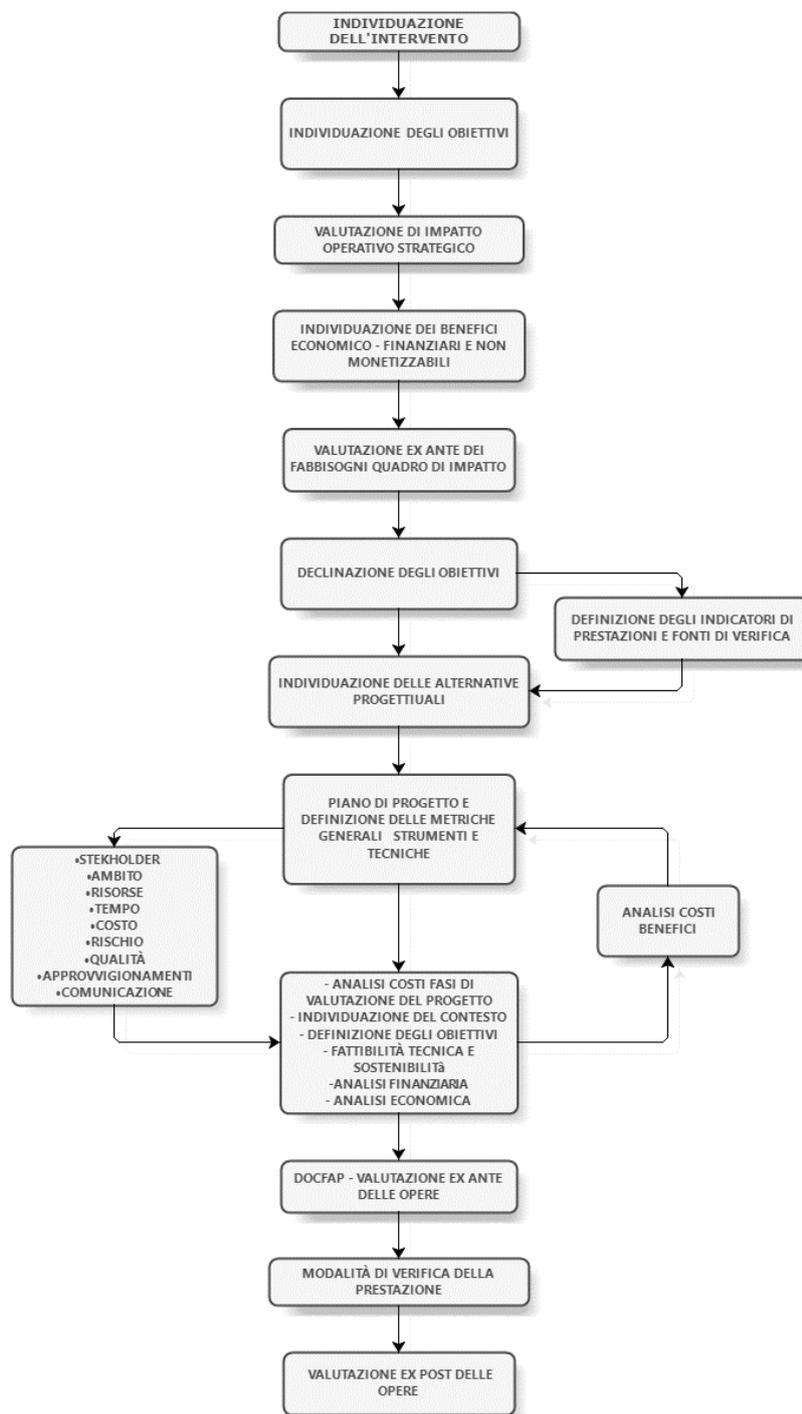


Figura 1 - Mappa di processo

2 MACRO-ALTERNATIVE PROGETTUALI



Figura 2 - Planimetria generale dello Stato di Fatto

La scelta di puntare sulla realizzazione di un nuovo terminal è stata ponderata a seguito di un lungo percorso di optioneering, durante il quale sono stati valutati i possibili scenari che lo stato di fatto dello scalo fiorentino può rendere disponibili.

Si sottolinea, inoltre, come ogni ipotesi sia stata attentamente esaminata contestualizzando la presente fase di intervento di breve periodo rispetto alle previsioni di futuro sviluppo di medio-lungo periodo che saranno definite all'interno del successivo Piano di Sviluppo Aeroportuale, accertando in particolare la coerenza tra le relative scelte strategiche e tra le correlate previsioni infrastrutturali.

In primis, si sono considerate le varie possibilità in merito al riutilizzo del patrimonio esistente, il compendio di edifici ed attrezzature attualmente in uso e dal quale non si può prescindere. Pertanto, quali macro-alternative di recupero e ampliamento, sono stati valutati gli interventi di:

- a. ristrutturazione e ampliamento degli edifici con parziale demo-ricostruzione di un corpo di fabbrica;
- b. ristrutturazione e ampliamento volumetrico in continuità con l'esistente.



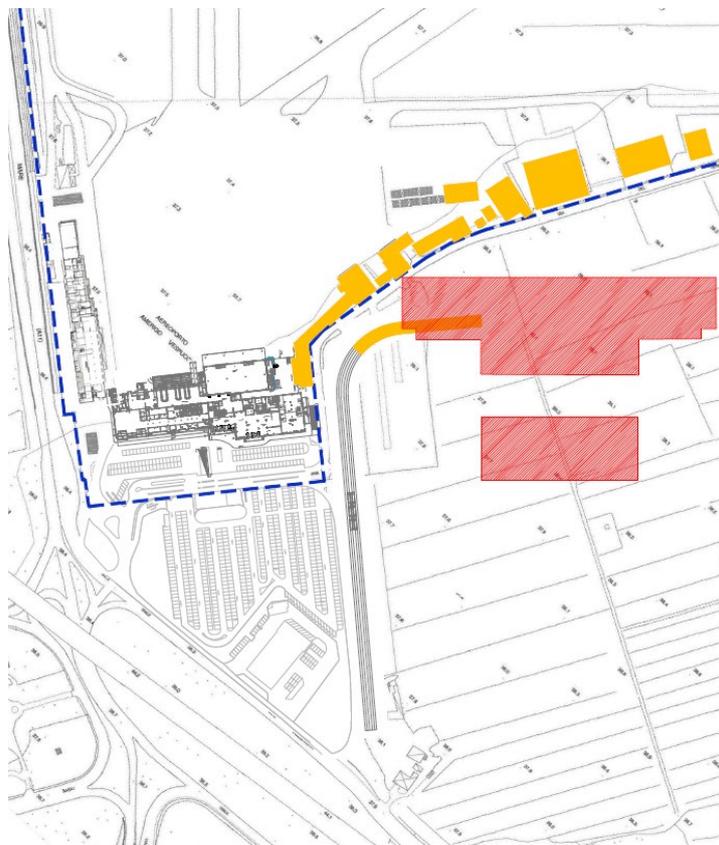
Planimetria concept intervento a)



Planimetria concept intervento b)

Queste ipotesi sono state confrontate con la loro alternativa diametralmente opposta, ovvero la costruzione di un nuovo terminal:

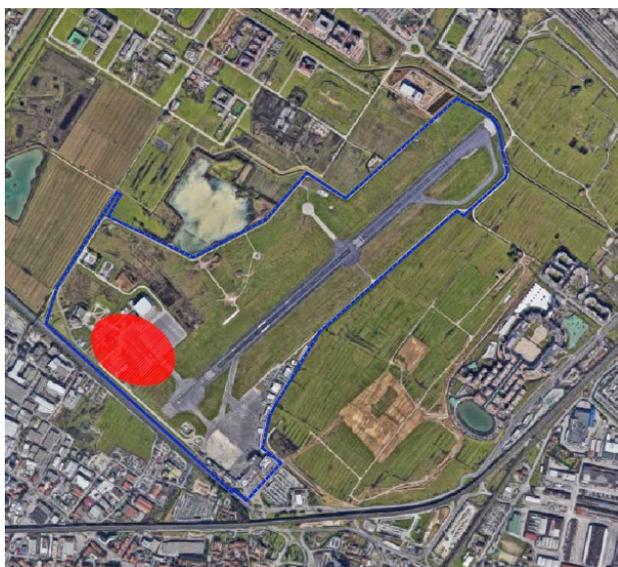
- c. nuova opera.



Planimetria concept intervento c)

In fase successiva, relativamente a quest'ultimo scenario che prevede un'opera ex-novo, si sono valutate le aree per la sua possibile localizzazione e l'eventuale opzione di recuperare aree che attualmente risultano dismesse:

- d. area Ovest
- e. area Est.



Planimetria localizzazione d)



Planimetria localizzazione e)

Le cinque ipotesi sopra sintetizzate costituiscono il ventaglio delle macro-alternative progettuali la cui disamina è descritta nei successivi capitoli.

Il confronto tra le alternative progettuali e la decisione finale è stato sviluppato valutando sia gli aspetti economici sia, a livello qualitativo, ponderando le prestazioni che possono essere garantite dai singoli interventi progettuali.

Per valutare i vantaggi e svantaggi di ogni soluzione di progetto sono stati considerati una serie di criteri. Questi target consentono inoltre di determinare se le alternative in gioco permettono di traguardare gli obiettivi.

Nello specifico, si è tenuto conto dei seguenti punti:

- visibilità ottimizzata dell'infrastruttura per caratterizzare l'aeroporto come landmark territoriale;
- garantire adeguati spazi di circolazione interna, in particolare rispetto alle sopraggiunte esigenze di distanziamento nel rispetto delle norme sanitarie;
- accesso veicolare semplice dalla città di Firenze ed opportunità per la connessione con i trasporti intermodali per lo sviluppo di alternative di mobilità sostenibile;

- riconfigurazione e ottimizzazione dell'area movimento;
- minimizzazione degli spostamenti di veicoli nel sedime e riorganizzazione dei percorsi carrabili e pedonali airside;
- flessibilità per future espansioni dell'infrastruttura passeggeri e delle risultanti interferenze con l'infrastruttura di volo;
- possibilità di riconfigurazione delle aree di sosta veicolari e interfaccia con la rete esistente di trasporto pubblico;
- riduzione del Carbon Footprint del Nuovo Terminal durante la fase di Operation & Maintenance del Ciclo di Vita.

2.1 Alternativa tra nuova opera o ampliamento

2.1.1 Ricognizione dello stato di fatto

Il Terminal aeroportuale attuale è costituito da un sistema di edifici adibiti sia a scalo passeggeri che merci. L'attuale Aerostazione Passeggeri si sviluppa principalmente su due edifici, oltre ad interessare con la "Hall Arrivi" una porzione dell'edificio denominato ex HS52 (C), occupato in parte dal Magazzino Merci. Gli edifici, indicati come A e B, sono adibiti rispettivamente ad Arrivi/Partenze e Partenze, sia per Voli Nazionali che Internazionali. L'edificio A è costituito da due corpi di fabbrica, di cui il corpo A2 di più recente realizzazione, in continuità con l'edificio C. L'edificio B è costituito da un corpo di fabbrica a pianta rettangolare e posizionato ortogonalmente all'edificio A.

L'edificio A, dedicato sia alle Partenze che agli Arrivi, è ubicato centralmente rispetto ai parcheggi ed alla viabilità di accesso al Terminal. L'edificio è costituito da due corpi di fabbrica di cui quello identificato come A1 è realizzato con struttura in c.a. e carpenteria metallica. Questo edificio si sviluppa su due piani fuori terra di circa 100 m lineari di fronte con una profondità di circa 40 m ed una altezza di circa 8 m. L'edificio è caratterizzato da una tamponatura in pannelli prefabbricati in c.a. e da una pensilina in carpenteria metallica lungo tutto il fronte principale.

Il corpo di fabbrica denominato A2 costituisce l'ampliamento del primo. Con un impianto a "L" è realizzato sul lato Est e presenta una struttura in carpenteria metallica sviluppata su quattro livelli con una altezza di 18 m fuori terra. È caratterizzato da una facciata continua vetrata e da facciate di tamponamento di tipo ventilato in pannelli di rame.

L'edificio C, a pianta rettangolare, costituisce il prolungamento dell'edificio A. È realizzato con struttura in carpenteria metallica su due piani presenta un fronte di circa 60 m di sviluppo lineare, una profondità di 30 m ed una altezza di 8,50 m. Accoglie al piano terreno la nuova uscita arrivi, spazi commerciali ed il magazzino merci.

Analogamente all'edificio A2, è caratterizzato da una facciata continua vetrata e da facciate di tamponamento di tipo ventilato in pannelli di rame.

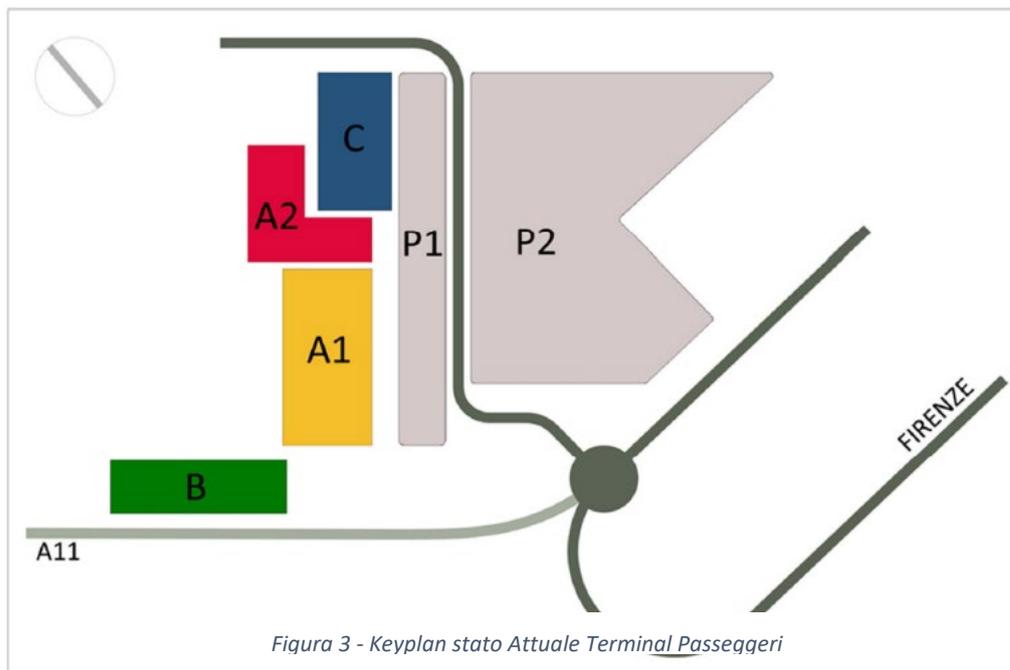
Il Corpo B (Terminal Partenze) si sviluppa parallelamente all'autostrada, con struttura in carpenteria metallica e pianta rettangolare di dimensioni di circa m 75x23 su due livelli per una altezza massima di 12,50 m. È

caratterizzato da tamponamenti in pannelli metallici pre-verniciati di colore grigio/argento e da infissi in alluminio naturale, con aperture ritmate sul lato autostrada, a nastro sul lato piazzale AA/MM. Un percorso a ponte al piano primo, collega i varchi di sicurezza posti nell'edificio A con il terminal Imbarchi.

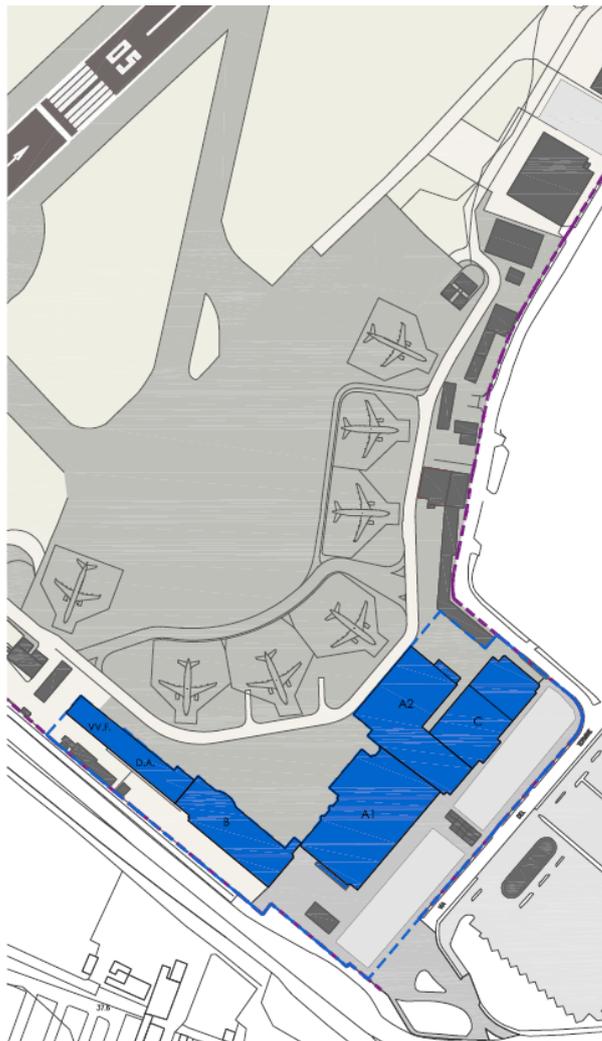
La superficie utile lorda dell'intero complesso è di circa 17.900 mq.

L'area Merci è ospitata all'interno dell'edificio C ed occupa una superficie di circa 600 mq di magazzino e di circa 100 mq per uffici e servizi e dispone di un piazzale antistante, circa 800 mq, destinato alla movimentazione delle merci.

Per quanto riguarda la dotazione parcheggi, le aree a disposizione sono localizzate principalmente in tre differenti zone: l'area antistante l'aerostazione e lungo via del Termine, la zona antistante il Varco di Servizio all'area Ovest, l'area parcheggio lato "Palagio degli Spini". Tutti i parcheggi sono del "tipo a raso" con una capacità complessiva di circa 1.543 posti auto.



L'intero compendio si caratterizza pertanto come un aggregato di corpi di fabbrica realizzati asincronicamente, differenti tra loro sia per caratteristiche costruttive che per finiture. Si sottolinea, inoltre, come le posizioni della pista e dell'autostrada limitrofa, oltre ad aver vincolato nel corso degli anni lo sviluppo lungo una configurazione ad "L" di terminal e Apron, abbiano drasticamente limitato le aree a disposizione.



Anno di costruzione presunto

TERMINAL ARRIVI [A1] - Anni 90

HALL ARRIVI [A2] - 2011

TERMINAL PARTENZE [B] - Anni 90

HANGAR [C] - PT 2012
P1 in esecuzione

VV.FF. e D.A. - Anni 90

SUL attuale

TERMINAL 17.900 mq di cui

[A1] 4500 mq

[A2] 6800 mq

[B] 3000 mq

[C] 3600 mq

VV.F. e DA. 2023 mq

Figura 4 - Edifici esistenti: superfici e anno di costruzione

2.1.2 Analisi alternative



Figura 5 - Vista aerea del terminal esistente e dell'Apron 100

a) Ristrutturazione e ampliamento degli edifici con parziale demo-ricostruzione di un corpo di fabbrica

Premessa

La morfologia del sito, circoscritta dalle preesistenze e dal progressivo sviluppo delle infrastrutture di terra, determina un primo vincolo progettuale: non sono possibili ampliamenti volumetrici in continuità ai corpi di fabbrica attuali all'interno del perimetro aeroportuale.

Per tale motivo, lungo il fronte Nord-Est, un ipotetico proseguimento del corpo "C" non sarebbe consentito dalla presenza del tram e dalla posizione dell'apron, che non lasciano disponibilità di aree entro il perimetro aeroportuale. L'area è inoltre interessata dalla presenza della pensilina mezzi di rampa, U.S.M.A.F./sanità aerea che necessiterebbero di essere ricollocati, oltre alla citata impossibilità data dall'Apron 100.

L'edificazione all'interno del limite aeroportuale richiederebbe una revisione dell'apron 100 con eventuale perdita di postazioni aeromobili. Il sedime evidenziato non è quindi edificabile e, soprattutto, utilizzabile per la costruzione di nuovi ambiti di aerostazione (caratterizzati da altezze significative), anche in virtù dell'immediata vicinanza alla strip della pista di volo e ad i piani ostacoli originanti dalla pista esistente, con particolare riferimento alla Superficie di transizione (*Transition Surface*).

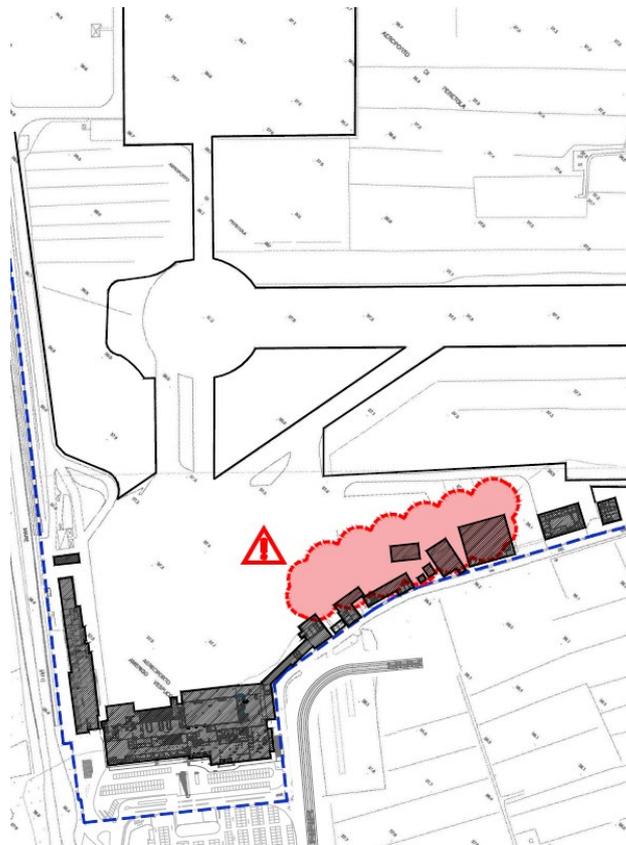


Figura 6 - Area in edificabile sul fronte Via del Termine

Sul fronte Nord-Ovest, analogamente, l'unico sviluppo possibile potrebbe avvenire parallelamente all'autostrada A11 Firenze-Mare, lato Prato, ma la presenza della pista e dei relativi piani ostacoli (*Take-Off Climb Surface – TOCS e Approach Surface*) non consentono alcuna ulteriore edificazione aggiuntiva oltre agli esistenti edifici VV.FF. e D.A. L'area evidenziata non è per tanto sfruttabile.

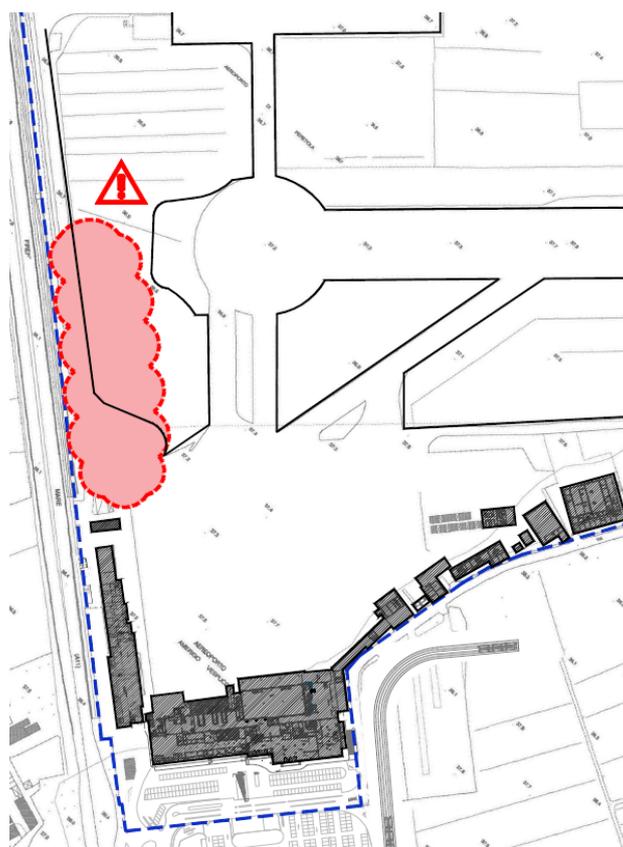


Figura 7 - Area inedificabile sul fronte A11

Oltre agli ampliamenti volumetrici su nuove aree, sono state considerate anche ipotesi di possibili sopralzi volumetrici delle strutture esistenti. Gli edifici "A2" e "C" sono stati oggetto di interventi in anni recenti, hanno un loro layout funzionale consolidato: non è ipotizzabile un loro ampliamento tramite incremento di altezza. Le possibilità percorribili, valutando gli attuali corpi di fabbrica, sarebbero rappresentate dai

fabbricati "B" ed "A1": entrambi gli edifici necessiterebbero già di opere di ristrutturazione e pertanto offrono delle opportunità per la loro rifunzionalizzazione.

Limitatamente agli interventi di sopralzo, si possono quindi individuare le seguenti possibilità:

- i. sopralzo del solo edificio "B";
- ii. sopralzo ed annessione degli edifici "B" e "A1", con completa ristrutturazione del fabbricato "A1".

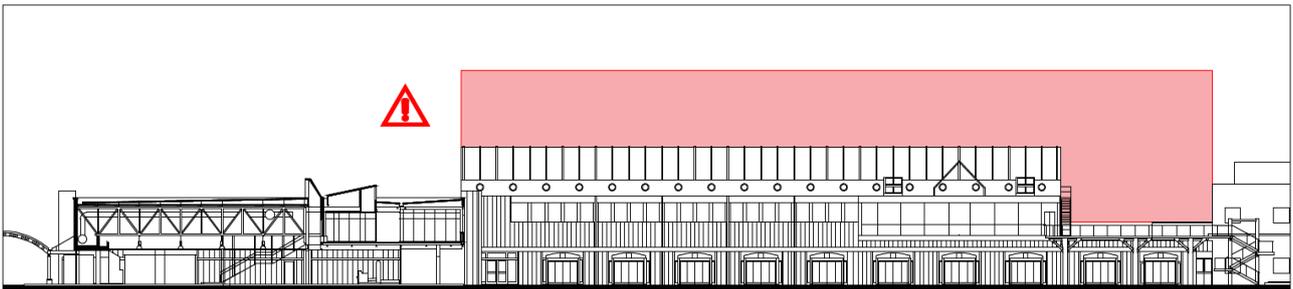


Figura 8 - Area per ipotetico sopralzo (i) non fattibile

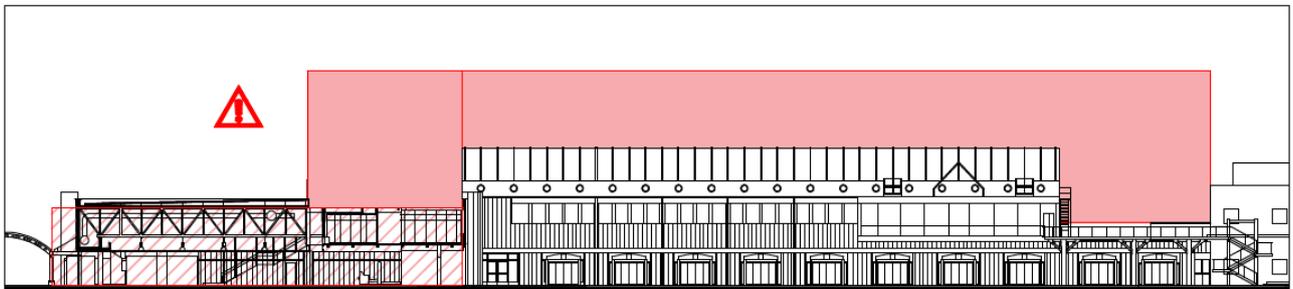


Figura 9 - Area per ipotetico sopralzo (ii) non fattibile

Analizzando lo stato di fatto si rilevano importanti criticità dal punto di vista strutturale, per adeguare gli edifici alla normativa antisismica vigente e consentirne il sopralzo. Inoltre, gli obiettivi di progetto impongono il raggiungimento di un determinato target in termini dimensionali ed occorre pertanto che i nuovi ampliamenti garantiscano un adeguato livello di servizio delle aree dedicate ai passeggeri ed in particolare

degli spazi di attesa, transito e accodamento. L'ipotesi sopralzo non è pertanto percorribile, né tecnicamente, né dimensionalmente.

Da punto di vista tecnico ed operativo, infatti, la soluzione richiederebbe un significativo intervento di demolizione e ricostruzione, con correlata chiusura dello scalo aeroportuale per l'intero periodo dei lavori (non inferiore a un anno); dal punto di vista dimensionale, inoltre, un simile intervento non risulterebbe adeguato rispetto alla finalità di raggiungimento degli obiettivi di progetto, in quanto i maggiori spazi ottenibili risulterebbero comunque sottodimensionati e non sufficienti.

La seconda soluzione (ii) potrebbe garantire superfici prossime al target dimensionale, ma comunque richiederebbe la chiusura totale dello scalo. Per rendere funzionale il layout generale armonizzando i vari ampliamenti volumetrici, risulterebbe inoltre necessaria una generale rivisitazione delle aree operative, in modo da rendere coerenti i settori arrivi e partenze.

La superficie esistente di stato di fatto dell'interno complesso, come precedentemente descritta, non è tuttavia sufficiente per garantire gli standard parametrici, in termini di superficie/passeggero, posti come obiettivo nel piano di progetto. Ragionando in termini di macro-alternative, da una verifica sommaria dei Livelli di Servizio (*Levels of Service*, LOS) definiti da *International Air Transport Association* (IATA), l'attuale terminal necessita un'implementazione di aree operative dell'ordine di circa 5-6.000 mq. Qualsiasi ampliamento in altezza (sopralzo) non garantirebbe di raggiungere l'obiettivo posto, mentre invece, nel ventaglio dei possibili interventi, la demolizione con conseguente ricostruzione dei corpi "B" e "A1" si dimostra come l'unica percorribile per garantire le superfici necessarie.

La soluzione considerata per la comparazione è quindi la ristrutturazione degli edifici con demolizione e ricostruzione dei corpi di fabbrica "B", "A1" e degli edifici VV.FF. e D.A., realizzando sul sedime di questi edifici il nuovo terminal.

Descrizione interventi

Figura 10 - Planimetria concept intervento a)

Qualsiasi possibile ipotesi di ampliamento dell'attuale terminal non può prescindere dalla riqualifica degli edifici esistenti, anche dal punto sismico. Tutto ciò presuppone un adeguamento impiantistico e strutturale dei vari corpi di fabbrica, oltre ad una riorganizzazione del layout interno in relazione al progetto delle nuove aree di futura costruzione. Si sottolinea, pertanto, come questo scenario progettuale presupponga quindi interventi di ristrutturazione edilizia, ancor prima della realizzazione di nuove opere come ampliamento. Gli interventi sul patrimonio edilizio esistente sono necessari per la rifunzionalizzazione degli spazi attualmente in uso in coerenza con le previsioni del possibile ampliamento. Questo scenario ipotizza il

mantenimento dei correnti sistemi di accesso all'aerostazione ed i punti di scambio modale così come nello stato attuale.

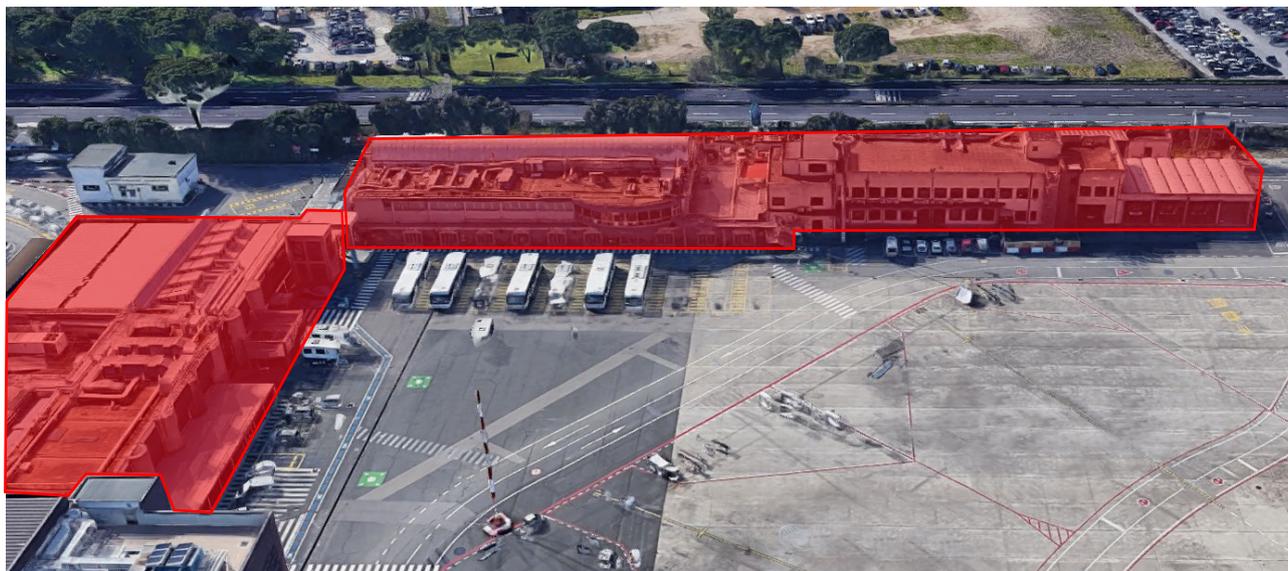


Figura 11 - Identificazione volumi oggetto di demolizione e ricostruzione

La ristrutturazione dell'attuale terminal dovrebbe, nell'ottica di raggiungere gli obiettivi prefissati, prevedere non solo un'attività di semplice restyling, ma una serie di interventi volti a trasformare in maniera importante gli edifici esistenti per aumentare la riconoscibilità dell'edificio e migliorare la sua integrazione nel territorio. Come già accennato, l'attuale terminal è il risultato di un processo di progressivi piccoli ampliamenti, superfetazioni ed annessioni di corpi di fabbrica linguisticamente e costruttivamente differenti, accorpati in maniera disomogenea. Si ribadisce, pertanto, come ogni intervento debba sfruttare l'opportunità progettuale per trasformarla in un'occasione non solo per adeguare il terminal, ma per caratterizzare ulteriormente l'aeroporto come landmark territoriale.

È fondamentale tenere in considerazione che un'infrastruttura aeroportuale è oggetto di un processo di adeguamento continuo alle norme di settore in perenne evoluzione, alle direttive sui controlli e sulla sicurezza del sistema, legate al continuo evolversi della situazione politica internazionale. Tutto ciò comporta il rifacimento di settori impiantistici e la riorganizzazione funzionale degli ambienti interni.

Per la nuova costruzione, in questo scenario di macro-alternativa, si è considerato un edificio con proiezione in pianta pari a circa 7.500 mq e sviluppato su due livelli. L'estensione in pianta ricalca quasi fedelmente il

vecchio ingombro edificato. Le funzioni precedentemente accolte nei vani VV.FF. e D.A. si ipotizzano ricollocati all'interno del sedime aeroportuale.

Valutazione economica

La valutazione economica di questo scenario progettuale deve pertanto considerare l'entità dei differenti interventi: la ristrutturazione, le opere di demolizione, bonifica e la nuova costruzione, oltre ai mancati guadagni derivanti da una prolungata chiusura dell'attività aeroportuale.

In merito alla ristrutturazione degli attuali edifici, si è proceduto suddividendo la superficie lorda esistente per corpo di fabbrica, raggruppando aree con destinazioni d'uso simili. Per ogni macro area si è applicata una stima di costo parametrico.

La stima tiene conto delle seguenti lavorazioni per una ristrutturazione edilizia caratterizzata da modifiche della volumetria complessiva e dei prospetti e risultante in un organismo architettonico diverso da quello di origine:

- rifacimento/adequamento opere di finitura civile ed architettonica per opere interne e in facciata (isolamento dell'involucro, nuovi serramenti; data la più recente realizzazione del fabbricato A2, sono stati ipotizzati interventi minori per il restyling delle facciate per questo corpo di fabbrica);
- rifacimento/adequamento di impianti meccanici (climatizzazione, riscaldamento, idricosanitario, antincendio, ecc.);
- rifacimento/adequamento di impianti elettrici e speciali (distribuzione FM, illuminazione, fonia/dati, rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi, ecc.);
- interventi strutturali;
- non sono stati ipotizzati costi per la realizzazione delle opere di sistemazione esterna landside, quali viabilità interna e piazzali, parcheggi privati, verde privato, ecc., non prevedendo questo scenario modifiche al sistema accessibilità viabilità e parcheggi;
- per tragguardare gli obiettivi fissati in termini di impatto ambientale e qualità degli ambienti progettati, in linea con le richieste delle normative nazionali, dei Criteri Ambientali Minimi e della certificazione LEED, ma anche con la finalità di garantire il massimo comfort all'interno dell'edificio saranno implementate a progetto una serie di ottimizzazioni (*rainwater management* – installazione di una vasca/pozzi perdenti; *heat island effect* – rifacimento di tutte le coperture con materiali ad

alta riflettanza e/o tetto verde; *light pollution reduction* – rifacimento di tutta l’illuminazione esterna e di facciata per rispettare i limiti ASHRAE 90.1 e per la riduzione dell’inquinamento luminoso; *indoor water use reduction* – sostituzione di tutti i sanitari e le rubinetterie dell’edificio; *advanced energy metering* – installazione di contatori per luce / FM / impianti su tutti i quadri elettrici; *minimum indoor air quality performance* – modifica delle UTA per il rispetto delle portate d’aria secondo UNI EN 15251).

Le tabelle seguenti sintetizzano la stima di costo per la parte “ristrutturazione”:

TERMINAL ARRIVI/PARTENZE (corpi “A2” e “C”)

MACRO FUNZIONI	SUPERFICI (mq)	COSTO PARAMETRICO (€/mq)
Piano terra		
Zona arrivi: hall arrivi, sala ritiro bagagli, controllo passaporti, controllo doganale, uffici Lost & Found, Uffici: Polizia, dogana, Servizi di supporto: servizio sanitario, info point, customer Service, BHS, Spazi commerciali, Servizi igienici e locali tecnici	4.200	1.500
Piano primo		
Zona Partenze: area check-in, controlli di sicurezza, Servizi di supporto: biglietterie, Tax, Spazi funzionali: sala d’attesa, sala vip, Uffici: Polizia, Guardia di Finanza, dogana, Servizi igienici e locali tecnici	4.150	1.500
Secondo piano e mezzanino		
Spazi funzionali: sala attesa, spazio polifunzionale / espositivo, Servizi igienici e locali tecnici	1.450	800
TOTALE €		13.685.000

Tabella 2 – Stima di costo ipotesi ristrutturazione

In merito alla nuova costruzione, per l’ampliamento volumetrico pari a 15.000 mq su più piani fuori terra, si ipotizza un costo parametrico comprensivo di:

- demolizione del fabbricato esistente e relativo smaltimento del materiale;
- opere di bonifica;
- preparazione del nuovo sedime e opere provvisoriale;
- interventi strutturali (scavi e rinterri, fondazioni profonde (pali) e fondazioni in c.a., strutture in elevazione);
- opere di finitura civile ed architettonica (finiture interne, coperture, facciate);

- impianti meccanici (climatizzazione, riscaldamento, idrico-sanitario, antincendio, ecc.);
- impianti elettrici e speciali (distribuzione FM, illuminazione, fonìa/dati, rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi, ecc.);
- costi per la realizzazione delle opere di sistemazione esterna landside limitrofe al nuovo corpo di fabbrica (viabilità, verde, recinzioni).

AMPLIAMENTO

INTERVENTI	SUPERFICI (mq)	COSTO PARAMETRICO (€/mq)
Demolizioni e smaltimenti, opere provvisoriale e messa in sicurezza degli edifici limitrofi	-	2.000.000
Opere strutturali	15.000	1.300
Opere di finitura civile ed architettonica	15.000	1.600
Impianti meccanici	15.000	500
Impianti elettrici e speciali	15.000	500
TOTALE €		78.500.000

Tabella 3 – Stima di costo ipotesi ampliamento

Completano il quadro economico le seguenti voci di costo:

ULTERIORI INTERVENTI, SICUREZZA e SPESE TECNICHE

INTERVENTI	SUPERFICI (mq)	COSTO (€)
Riprotezioni edifici VV.FF. e D.A.	2.100	2.200.000
Sicurezza idraulica	-	6.210.000
Spese tecniche ed indagini	-	7.050.000
TOTALE €		15.460.000

Tabella 4 – Stima di costo, voci a completamento

Dagli importi sopra indicati si evince, oltre al costo totale pari a 107,6 M€ per ristrutturazione e per ampliamento. L'intervento edilizio così come sopra esposto comporta una serie di approfondimenti tecnici e la risoluzione di problematiche dovute al fatto di intervenire su un immobile esistente. Di seguito, una serie di aspetti che devono essere tenuti in considerazione e che, in assenza di indagini e studi di fattibilità specifici, non escludono la possibilità di ulteriori extra costi:

- bonifica da sostanze poste nel tempo (amianto e fibre vetrose): l'immobile deve essere oggetto di una specifica campagna ambientale volta a rilevare la presenza di materiali inquinanti che, se individuati, comporterebbero opere di smaltimento e bonifica. Potrebbero risultare necessari specifici interventi di bonifica da materiali nocivi o inquinanti eventualmente presenti nelle strutture edilizie da demolire e ad oggi non evidenziati;
- caratterizzazione di tutte le strutture e superfetazioni, mediante indagini distruttive e non e successivi ripristini: l'intervento non può prescindere dal rilievo delle strutture esistenti;
- adeguamento sismico: l'intervento sull'esistente comporta necessariamente verifiche di calcolo ed inevitabili adeguamenti sismici delle strutture. Le specifiche caratterizzazioni e rilievi effettuati potrebbero rendere necessari ulteriori interventi di adeguamento delle strutture esistenti;
- interventi su Apron 100, che devono essere oggetto di specifica progettazione;
- il difficile equilibrio dell'area, dal punto di vista idrografico, richiede interventi di limitazione delle portate di deflusso delle acque meteoriche al reticolo consortile, con il realizzo di vasche di contenimento dei volumi e dispositivi di regolazione delle acque di deflusso, secondo i vincoli imposti dal Consorzio di bonifica dell'Area Fiorentina;
- il trattamento delle acque reflue avviene tramite il depuratore aeroportuale che presenta una rete di conferimento con situazioni di criticità e scarsa efficienza e comporta complesse procedure di gestione e verifica delle acque trattate.

La valutazione economica sopra esposta non può non tenere conto dei tempi di realizzazione dell'opera e, soprattutto, dei tempi di inattività dello scalo per consentire le operazioni di cantiere. L'area individuata è infatti vincolata dalle preesistenze e soprattutto da Apron 100, comportando per questa macro-alternativa periodi di inattività totale o parziale dell'aeroporto.

Questo scenario necessita infatti una suddivisione dell'intero intervento in macro-fasi (es. stato di fatto - fase 0; disponibilità aree e riprotezioni - fase 1; ampliamento - fase 2; restyling Arrivi/Partenze - fase 3).

Le fasi 1 e 2 impongono l'inattività totale dello scalo. In ottica di investimenti e ritorno di valore, questo comporta tempi di rientro molto lunghi, oltre a compromettere uno degli obiettivi principali del Piano ovvero il recupero dei livelli di traffico passeggeri raggiunti in epoca pre-COVID 19. L'azzeramento totale dei voli, anche se per un periodo limitato nel tempo, pregiudicherebbe le finalità dell'investimento.

Ristrutturazione e ampliamento volumetrico in continuità con l'esistente

Descrizione interventi

Questa macro-alternativa progettuale prevede la realizzazione di un ampliamento volumetrico attiguo ai fabbricati "A2" e "C" sul fianco Nord-Ovest ed in continuità con esso. L'area individuata coincide in parte con il sedime occupato dall'attuale tracciato tramviario ed in parte con terreni limitrofi non urbanizzati con destinazione agricola, totalmente esterni al terminal. Tale condizione, impone fin da subito una prima considerazione: la costruzione non può avvenire entro i limiti di pertinenza della proprietà aeroportuale, ma necessita un ampliamento ed una modifica del sedime aeroportuale, interessando terreni ubicati nel comune di Firenze. L'alternativa necessita la redazione di un Piano particellare di esproprio e l'avvio del procedimento attuativo.

Ulteriore vincolo progettuale è la modifica del tracciato della tramvia che comporta, oltre ad un propedeutico studio di fattibilità dedicato ed oneri di progettazione, costi per la riprotezione e la realizzazione del nuovo sedime tramviario.

Analogamente all'alternativa precedente, l'ampliamento dell'attuale terminal non può prescindere dalla riqualificazione dell'esistente. Si prevedono, anche per questo scenario, un adeguamento impiantistico e strutturale dei vari corpi di fabbrica, oltre all'inevitabile riorganizzazione del layout interno in relazione al progetto di futura costruzione. Si ritiene imprescindibile la rifunzionalizzazione degli spazi attualmente in uso, specialmente per il fabbricato "C", in coerenza con le previsioni del possibile ampliamento. Per aumentare la riconoscibilità dell'edificio e migliorare la sua integrazione nel territorio, si ipotizzano interventi di restyling delle facciate per armonizzare l'attuale terminal con il nuovo ampliamento, sempre nell'intento di ridare un carattere architettonico uniforme all'aerostazione passeggeri, composta appunto da vari corpi di fabbrica che nel corso degli anni sono stati accorpati in maniera disomogenea.

Anche per questo scenario si ipotizza di mantenere i sistemi di accesso all'aerostazione ed i punti di scambio modale così come nello stato attuale, salvo le modifiche necessarie per riposizionare l'attuale braccetto di accumulo delle vetture tramviarie e/o l'eventuale riposizionamento della fermata tramviaria.

Al fine di mettere a disposizione le aree per l'edificazione, questa alternativa progettuale prevede la demolizione della pensilina mezzi di rampa, U.S.M.A.F./sanità aerea, situate lungo il confine Nord-Ovest, e la loro ricollocazione in nuovi edifici all'interno del perimetro aeroportuale. Gli attuali edifici risalgono al 1997,

hanno una superficie utile lorda pari a 1.370 mq e costruttivamente sono costituiti da una tettoia in lamiera su struttura in acciaio che accoglie, al di sotto, dei blocchi prefabbricati modulari che ospitano uffici, servizi, spogliatoi, ambulatori.



Figura 12 - Planimetria concept intervento b)

La superficie esistente, come precedentemente descritta, non è tuttavia sufficiente per garantire gli standard parametrici, in termini di superficie/passeggero, posti come obiettivo nel piano di progetto. Al fine, pertanto, di raggiungere questo target, si ipotizza la realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica per una superficie pari a 15.000 mq su più livelli. Obiettivo dell'ampliamento è garantire, al termine dell'intervento, una superficie di Livelli di Servizio dimensionata per un *Typical Peak Hour Passengers number* (TPHP) pari a 1.339 passeggeri totali, calcolati sul traffico annuale previsto di 3,5M Pax/anno.

Si devono, infine, considerare i lavori necessari per la riorganizzazione interna delle attuali aree operative dell'aerostazione, in modo da poter pervenire ad un layout complessivo (superfici attuali + superfici in ampliamento) coerente e funzionalmente efficace, tale da evitare l'alternanza di aree di arrivo e partenza. Anche detti lavori richiedono la temporanea chiusura dell'aerostazione e la correlata interdizione dell'operatività aeroportuale.

Valutazione economica

Nella valutazione economica di questo scenario di macro-alternativa si considerano interventi di ristrutturazione, opere di demolizione, bonifica e nuova costruzione, oltre ai mancati guadagni derivanti da una prolungata chiusura dell'attività aeroportuale.

Per la ristrutturazione degli edifici esistenti, la superficie lorda è stata suddivisa per corpo di fabbrica, raggruppando aree con destinazioni d'uso simili. Per ogni macro area si è applicata una stima di costo parametrico.

La stima tiene conto delle seguenti lavorazioni per una ristrutturazione edilizia:

- rifacimento/adequamento opere di finitura civile ed architettonica per opere interne e in facciata (isolamento dell'involucro, nuovi serramenti; data la più recente realizzazione del fabbricato A2, sono stati ipotizzati interventi minori per il restyling delle facciate per questo corpo di fabbrica);
- rifacimento/adequamento di impianti meccanici (climatizzazione, riscaldamento, idricosanitario, antincendio, ecc.);
- rifacimento/adequamento di impianti elettrici e speciali (distribuzione FM, illuminazione, fonia/dati, rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi, ecc.);
- interventi strutturali (in particolare modo per adeguamento strutturale fabbricato B);
- costi per la realizzazione delle opere di sistemazione esterna landside, quali viabilità interna e piazzali, parcheggi privati, verde privato, ecc.: nonostante non si prevedano modifiche sostanziali al sistema infrastrutturale a servizio, si considera la realizzazione di una minima viabilità connessa al sistema esistente per consentire un'accessibilità diretta all'ampliamento;
- per riguardare gli obiettivi fissati in termini di impatto ambientale e qualità degli ambienti progettati, in linea con le richieste delle normative nazionali, dei Criteri Ambientali Minimi e della certificazione LEED, ma anche con la finalità di garantire il massimo comfort all'interno dell'edificio

saranno implementate a progetto una serie di ottimizzazioni (*rainwater management* – installazione di una vasca/pozzi perdenti; *heat island effect* – rifacimento di tutte le coperture con materiali ad alta riflettanza e/o tetto verde; *light pollution reduction* – rifacimento di tutta l’illuminazione esterna e di facciata per rispettare i limiti ASHRAE 90.1 e per la riduzione dell’inquinamento luminoso; *indoor water use reduction* – sostituzione di tutti i sanitari e le rubinetterie dell’edificio; *advanced energy metering* – installazione di contatori per luce / FM / impianti su tutti i quadri elettrici; *minimum indoor air quality performance* – modifica delle UTA per il rispetto delle portate d’aria secondo UNI EN 15251). Le tabelle seguenti sintetizzano la stima di costo per la parte “ristrutturazione”:

TERMINAL ARRIVI/PARTENZE (corpi “A” e “C”)

MACRO FUNZIONI	SUPERFICI (mq)	COSTO PARAMETRICO (€/mq)
Piano terra		
Zona arrivi: hall arrivi, sala ritiro bagagli, controllo passaporti, controllo doganale, uffici Lost & Found, Uffici: Polizia, dogana, Servizi di supporto: servizio sanitario, info point, customer Service, BHS, Spazi commerciali, Servizi igienici e locali tecnici	7.200	2.200
Piano primo		
Zona Partenze: area check-in, controlli di sicurezza, Servizi di supporto: biglietterie, Tax, Spazi funzionali: sala d’attesa, sala vip, Uffici: Polizia, Guardia di Finanza, dogana, Servizi igienici e locali tecnici	5.650	2.200
Secondo piano e mezzanino		
Spazi funzionali: sala attesa, spazio polifunzionale / espositivo, Servizi igienici e locali tecnici	1.450	1.000
TOTALE €		29.720.000

TERMINAL PARTENZE (corpo “B”)

MACRO FUNZIONI	SUPERFICI (mq)	COSTO PARAMETRICO (€/mq)
Piano terra		
Zona Partenze: Sala imbarchi Schengen ed Extra-Schengen, controllo passaporti, gates, Locali Tecnici - Servizi igienici, Spazi commerciali	1.700	3.500
Piano primo		
Uffici: Uffici Compagnie Aeree – Aula Corsi, Spazi commerciali, Servizi igienici e locali tecnici	1.300	3.500
TOTALE €		10.500.000

Tabella 5 – Stima di costo ristrutturazione

In merito alla nuova costruzione, per l’ampliamento volumetrico su più piani fuori terra, si ipotizza un costo parametrico comprensivo di:

- demolizione del fabbricato esistente e relativo smaltimento del materiale;
- opere di bonifica;
- preparazione del nuovo sedime e opere provvisionali;
- interventi strutturali (scavi e rinterrì, fondazioni profonde (pali) e fondazioni in c.a., strutture in elevazione);
- opere di finitura civile ed architettonica (finiture interne, coperture, facciate);
- impianti meccanici (climatizzazione, riscaldamento, idrico-sanitario, antincendio, ecc.);
- impianti elettrici e speciali (distribuzione FM, illuminazione, fonia/dati, rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi, ecc.);
- costi per la realizzazione delle opere di sistemazione esterna landside limitrofe al nuovo corpo di fabbrica (viabilità, verde, recinzioni).

AMPLIAMENTO

INTERVENTI	SUPERFICI (mq)	COSTO PARAMETRICO (€/mq)
Demolizioni e smaltimenti, opere provvisionali e messa in sicurezza degli edifici limitrofi	-	10.000.0000
Opere strutturali	15.000	1.300
Opere di finitura civile ed architettonica	15.000	1.600
Impianti meccanici	15.000	500
Impianti elettrici e speciali	15.000	500
TOTALE €		68.500.000

Tabella 6 – Stima di costo ampliamento

Completano il quadro economico le seguenti voci di costo:

ULTERIORI INTERVENTI, SICUREZZA e SPESE TECNICHE

INTERVENTI	SUPERFICI (mq)	COSTO (€)
Sicurezza idraulica	-	6.210.000
Edifici riprotezioni	2.500	2.250.000
Espropri	-	3.500.000
Spese tecniche ed indagini	-	8.210.000
TOTALE €		20.170.000

Tabella 7 – Stima di costo ampliamento

Dagli importi sopra indicati si evince, oltre al costo totale pari a 128,9 M €, per ristrutturazione e per ampliamento. Anche questo tipo di intervento edilizio comporta una serie di approfondimenti tecnici e la risoluzione di problematiche inerenti alla riconfigurazione di tramvia e Apron. Di seguito, una serie di aspetti che devono essere tenuti in considerazione e che, in assenza di indagini e studi di fattibilità specifici, non escludono la possibilità di ulteriori extra costi:

- preliminarmente a qualsiasi progettazione è necessario attivare uno studio di fattibilità dedicato alla riconfigurazione del tracciato della tramvia. Quest'opera, il cui costo non può in questa fase essere stimato, è imprescindibile per l'attuazione di questa alternativa;
- interventi su Apron 100, che devono essere oggetto di specifica progettazione;
- bonifica da sostanze poste nel tempo (amianto e fibre vetrose): l'immobile deve essere oggetto di una specifica campagna ambientale volta a rilevare la presenza di materiali inquinanti che, se individuati, comporterebbero opere di smaltimento e bonifica. Potrebbero risultare necessari specifici interventi di bonifica da materiali nocivi o inquinanti eventualmente presenti nelle strutture edilizie da demolire e ad oggi non evidenziati;
- caratterizzazione di tutte le strutture e superfetazioni, mediante indagini distruttive, non distruttive e successivi ripristini: l'intervento non può prescindere dal rilievo delle strutture esistenti;
- adeguamento sismico: l'intervento sull'esistente comporta necessariamente verifiche di calcolo ed inevitabili adeguamenti sismici delle strutture. Le specifiche caratterizzazioni e rilievi effettuati potrebbero rendere necessari ulteriori interventi di adeguamento delle strutture esistenti;
- il difficile equilibrio dell'area, dal punto di vista idrografico, richiede interventi di limitazione delle portate di deflusso delle acque meteoriche al reticolo consortile, con il realizzo di vasche di contenimento dei volumi e dispositivi di regolazione delle acque di deflusso, secondo i vincoli imposti dal Consorzio di bonifica dell'Area Fiorentina;
- il trattamento delle acque reflue avviene tramite il depuratore aeroportuale che presenta una rete di conferimento con situazioni di criticità e scarsa efficienza e comporta complesse procedure di gestione e verifica delle acque trattate;
- propedeuticamente alla costruzione del nuovo ampliamento sono necessarie opere per la demolizione degli edifici tecnici esistenti, e conseguente riprotezione, per predisporre il sedime per l'ampliamento stesso;

La realizzazione dell'opera comporta tempi di inattività dello scalo per consentire le operazioni di cantiere. L'area individuata è infatti vincolata dalle preesistenze e soprattutto da Apron 100, determinando anche per questa macro-alternativa periodi di inattività parziale dell'aeroporto.

b) Nuova opera

Questa macro-alternativa progettuale prevede la realizzazione di nuovo terminal passeggeri, ubicato su di un'area attualmente non urbanizzata e indipendente dal terminal passeggeri esistente.

La scelta di collocare una nuova aerostazione distinta ed autonoma in prossimità di quella esistente permette una transizione senza soluzione di continuità tra il sistema consolidato ed il futuro assetto funzionale dell'area terminale.

La costruzione di una nuova aerostazione permetterà infatti di garantire la continuità operativa dello scalo attuale e, in tal senso, risulta l'unica soluzione, tra quelle precedentemente analizzate, in grado di non interferire sull'operatività aeroportuale a tal punto da richiederne la temporanea completa interdizione.

Allo stesso tempo, la scelta di una posizione strategica renderà tecnicamente possibili future fasi di espansione di capacità, sia per il Terminal che per l'Apron, in coerenza alle previsioni di sviluppo che saranno oggetto del prossimo Piano di Sviluppo Aeroportuale.

Come dimostrato precedentemente, la costruzione *ex-novo* non può però avvenire entro i limiti di pertinenza della proprietà aeroportuale, ma si renderà necessario un ampliamento ed una modifica del sedime aeroportuale, tramite la redazione di un Piano particellare di esproprio e l'avvio del procedimento attuativo.

La posizione e l'articolazione dell'aerostazione dovranno, inoltre, tenere in adeguata considerazione i futuri sviluppi previsti per la rete tramviaria, non strettamente legati alla sola attuale linea 2 Santa Maria Novella – Firenze Aeroporto del sistema tramviario locale, ma anche ai previsti sviluppi del sistema tramviario in direzione di Sesto Fiorentino e alla conseguente funzione di hub di scambio intermodale che potrà ricoprire lo scalo aeroportuale.

Lo scenario non prevede interventi di ristrutturazione del patrimonio esistente. L'attuale terminal continuerà la sua funzione operativa fino al termine del cantiere. Questo scenario introduce un punto non contemplabile dalle precedenti alternative: l'entrata in funzione del nuovo terminal mette a disposizione dell'Ente aeroportuale un patrimonio immobiliare – il vecchio terminal – pronto per essere rifunzionalizzato in altre attività legate all'aeroporto, piuttosto che riconvertito ad altre funzioni o trasformato totalmente o in parte. Questo scenario apre a diverse opportunità, in termini logistici, funzionali, amministrativi e commerciali.



Figura 13 - Planimetria concept intervento c)

Il nuovo terminal si svilupperà su una superficie complessiva di circa 40.000 metri quadri distribuiti su più livelli. I sistemi dell'aerostazione e le relative aree operative saranno dimensionati per il soddisfacimento dei requisiti di Livelli di Servizio (*Levels of Service, LOS*; rif. IATA (2020) Airport Development Reference Manual 10th e 11th ed. - 3.4.6 Levels of Service - LOS), puntando al raggiungimento dell' *Optimum Design*. La verifica di domanda e capacità viene calcolata sul traffico annuale di circa 4.0 MPax/anno e un *Typical Peak Hour Passengers number* (TPHP) di 1619 passeggeri totali. Il livello di traffico di riferimento è stato assunto traguardando l'obiettivo di pieno recupero del traffico pre-COVID (anno 2019), nel rispetto delle nuove abitudini del passeggero e di un incremento del traffico.

L'infrastruttura passeggeri è previsto si sviluppi su più livelli fuori terra, al fine di minimizzare il consumo di suolo. L'indipendenza funzionale e formale di un'opera ex-novo mitiga i vincoli progettuali in termini di linguaggio architettonico e formale, permettendo alla nuova costruzione di caratterizzarsi quale elemento riconoscibile. Il progetto, infatti, oltre a garantire gli aspetti operativi e funzionali, che danno forma al

programma dell'edificio, può svilupparsi come una proposta architettonica che possa esprimere e materializzare il concetto di Senso del Luogo ed identità locale che lo connette intrinsecamente al territorio della Toscana.

Con lo scopo di mitigare l'impronta di anidride carbonica del Terminal durante la fase di *Operation & Maintenance*, il progetto dovrà essere sviluppato sulla base del concetto di massimo utilizzo di energia autoprodotta e riduzione del consumo energetico richiesto per far funzionare l'edificio. Senza alcuna connessione con l'edificio esistente, in ottica di sostenibilità ambientale, l'utilizzo massiccio di energia solare e geotermia, in combinazione con le prestazioni elevate dei componenti dell'edificio, potranno rappresentare gli elementi chiave per raggiungere gli obiettivi N-ZEB.

Come già accennato, il futuro terminal passeggeri dell'Aeroporto di Firenze dovrà, una volta recuperato a pieno il traffico pre-COVID, risultare flessibile per una successiva espansione da associarsi allo scenario di Medio e Lungo Periodo ed alle previsioni di crescita che saranno contenute nel prossimo Piano di Sviluppo Aeroportuale. A tal riguardo, si considera che la capacità del Terminal associata al progetto in esame debba essere successivamente incrementata attraverso possibili future espansioni modulari delle aree operative. In tal senso, lo scenario progettuale relativo alla realizzazione di un nuovo terminal apre ad ampie possibilità di sviluppo futuro. In sintesi, la realizzazione di un nuovo terminal consentirebbe di garantire il seguente programma funzionale di massima:

NUOVO TERMINAL	
MACRO FUNZIONI	SUPERFICI LORDE (mq)
Circolazione	22.091
Circolazione VIP	370
Spazi commerciali	7.002
Uffici	2.248
Servizi igienici	1.549
Locali tecnici	6.854
TOTALE mq	40.114

Tabella 8 – Programma funzionale nuovo terminal

Valutazione economica

Per la nuova costruzione si ipotizza un costo parametrico comprensivo di:

- interventi strutturali (scavi e rinterri, fondazioni profonde (pali) e fondazioni in c.a., strutture in elevazione);
- opere di finitura civile ed architettonica (finiture interne, coperture, facciate);
- impianti meccanici (climatizzazione, riscaldamento, idrico-sanitario, antincendio, ecc.);
- impianti elettrici e speciali (distribuzione FM, illuminazione, fonia/dati, rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi, ecc.);
- costi per la realizzazione delle opere di sistemazione esterna landside (viabilità, verde, recinzioni).

Sono escluse dalle stime, le seguenti opere:

- forniture interne di dettaglio (es. arredi, segnaletica etc.); allestimento delle aree commerciali (per le quali si prevede consegna "al rustico" ed allestimento a carico del tenant);
- attrezzature aeroportuali quali macchine radiogene, nastri trasporto bagagli, banchi check in, towers e loading bridge etc.;
- interventi su Apron 100, oggetto di specifica progettazione, analogamente a quanto considerato per le altre alternative progettuali.

NUOVA COSTRUZIONE

INTERVENTI	COSTO DI MASSIMA €
Opere civili e Architettoniche	77.365.760
Opere edili di involucro finalizzate al miglioramento energetico	22.497.600
Impiantistica finalizzata alla produzione di energia rinnovabile	3.768.000
Videosorveglianza, rilevazione incendi, centrali termofrigorifere, sistemi antincendio	7.470.240
Tetto verde di isolamento Termico e termoregolazione interna	29.726.400
Raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche	2.500.000
TOTALE €	143.328.000

Tabella 9 – stima di costo nuova costruzione

Completano il quadro economico le seguenti voci di costo:

ULTERIORI INTERVENTI, SICUREZZA

INTERVENTI	SUPERFICI (mq)	COSTO (€)
Sicurezza idraulica	-	6.210.000
Edifici riprotezioni	-	6.000.000
BHS	-	11.232.000
TOTALE		23.442.000 €

Tabella 10 – stima di costo, voci a completamento

Dagli importi sopra indicati si evince un costo totale pari a 166,770 M € per la realizzazione della nuova aerostazione e opere direttamente connesse.

Confronto e scelta finale



Figura 14 - Vista renderizzata alternativa nuovo terminal

Vantaggi e svantaggi delle soluzioni di progetto sono stati analizzati nell'ottica di poter raggiungere gli obiettivi fissati all'interno del Quadro esigenziale.

CRITERIO	ALTERNATIVA a): RISTRUTTURAZIONE E DEMO- RICOSTRUZIONE	ALTERNATIVA b): RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO	ALTERNATIVA c): NUOVA OPERA
COSTO INVESTIMENTO Importo opere	107.645.000 €	128.890.000 €	166.770.000 €
SUPERFICIE COMPLESSIVA Superficie lorda totale	20.900 mq	30.000 mq	39.368 mq
INATTIVITÀ Necessità di fermo dell'attività	Fermo totale dello scalo.	Fermo totale dello scalo.	Nessuna interruzione di servizio
RICAVI Flussi di cassa.	Azzeramento flussi di cassa durante il periodo di fermo dello scalo.	Azzeramento flussi di cassa durante il periodo di fermo dello scalo.	Continuità dei flussi di cassa. Maggior ricavi per spazi commerciali ed incremento numero di passeggeri.
SOSTENIBILITÀ Performance LEED	Certificabile LEED con hard cost per interventi di adeguamento dell'esistente.	Certificabile LEED con hard cost per interventi di adeguamento dell'esistente.	Certificabile LEED Silver/Gold con costi assorbiti nelle opere di nuova costruzione.
LANDMARK Riconoscibilità architettonica	Possibili solo interventi di restyling delle facciate esistenti.	Interventi di restyling facciate esistenti; nuova opera armonizzata con esistente.	Nuova opera caratterizzata da una propria valenza ed identità architettonica.

HUB MULTIMODALE Punto di scambio intermodale	Nessuna interazione prevista con la tramvia.	Necessari interventi di modifica del tracciato tramviario.	Il layout dell’edificio consente un’interazione diretta con il sistema tramviario e con i parcheggi.
ADEGUAMENTI NORMATIVI Necessità di opere MEP/strutturali	Previsti interventi su edifici costruiti	Previsti interventi su edifici costruiti	Non previsti interventi su esistente.
CONSUMO DI SUOLO Superficie aree a verde	No.	Si, parziale.	Si, totale.
AREE COMMERCIALI Superfici per food & beverage	Nessun aumento delle superfici.	1.700 mq di nuovi spazi retail.	7.000 mq circa di nuovi spazi commerciali.
SVILUPPO FUTURO Possibilità di espansioni future	No, il layout non garantisce margini.	No, la posizione dell’ampliamento non consente possibili espansioni.	Si, possibili espansioni modulari di terminal e Apron.
ESPROPRI Necessità di ricorso all’esproprio	No.	Si.	Si.
SICUREZZA IDRAULICA Necessità di opere di regimazione.	Si.	Si.	Si.

Tabella 11 – confronto tra le alternative

L’alternativa “c) nuova opera” risulta essere quella che, nonostante un investimento più alto, permette di garantire molteplici opportunità:

- visibilità ottimizzata dell’infrastruttura per caratterizzare ulteriormente l’aeroporto come landmark territoriale;
- opportunità per la connessione con i trasporti intermodali per lo sviluppo di alternative di trasporto sostenibili;
- riconfigurazione e ottimizzazione dell’area movimento;
- minimizzazione degli spostamenti di veicoli nel sedime e riorganizzazione dei percorsi carrabili e pedonali airside;
- flessibilità per l’espansione dell’infrastruttura passeggeri e delle risultanti interferenze con l’infrastruttura di volo;
- possibilità di riconfigurazione delle aree di sosta veicolari e interfaccia con la rete esistente di trasporto pubblico;
- riduzione della Carbon Footprint del Nuovo Terminal durante la fase di *Operation & Maintenance* del Ciclo di Vita.

Si rimanda al capito specifico per la relativa analisi finanziaria.

In merito ai benefici offerti dall’intervento di totale costruzione ex-novo, si riportano di seguito:

- possibilità di disporre di adeguata superficie mq / n. passeggero in risposta alle esigenze di maggior tutela sanitaria, favorendo il distanziamento sociale garantendo più spazi di circolazione;
- raggiungere l'*Optimum design* in termini di superfici operative, di *space program* e di standard di comfort richiesti dalle linee guida tecniche IATA;
- maggiore sostenibilità ambientale e risparmio energetico;
- maggiore sicurezza del sistema, legate al continuo evolversi della situazione politica internazionale;
- migliore dotazione di servizi igienici per i passeggeri;
- migliori condizioni (spogliatoi, servizi dedicati, accessibilità) per lavoratori ed addetti alle attività interne e gestionali nell'insieme;
- utilizzo di materiali idonei a cicli di sanificazione/manutenzione;
- miglioramento dei flussi degli utenti, sia veicolari e sosta che da mezzi pubblici e integrazione di queste infrastrutture;
- migliori condizioni con percorsi LOGES e nuove tecnologie per utenti diversamente abili;
- possibilità di realizzare maggiori asset per retail e food & beverage all'interno del terminal;
- possibilità di attirare investitori e sponsor;
- permettere una migliore promozione del territorio.

Di contro, per le altre macro-alternative emergono diverse criticità. La ristrutturazione con demolizione e smaltimento dei corpi di fabbrica B, VV.FF. e D.A. Lo stop delle attività comporta l'azzeramento dei flussi ed un tempo di rientro finanziario dilatato nel tempo. Obiettivo del Piano è, come detto, prima di tutto il raggiungimento dei livelli di traffico passeggeri caratteristici del periodo pre pandemia. Un azzeramento o negativizzazione dell'indice annuo di crescita potrebbe compromettere l'investimento stesso, incrementando le perdite già registrate nel periodo emergenziale. Motivo per cui, nel processo di optioneering, si è valutato più efficace lo scenario progettuale che consenta il mantenimento attivo dello scalo fiorentino durante le fasi di cantiere.

Inoltre, in termini di costo di investimento, la demolizione di più fabbricati ed il relativo smaltimento del materiale di risulta comporta costi molto alti, come indicato nell'analisi di dettaglio. A questi costi sono da sommare ulteriori voci di spesa per eventuali bonifiche da sostanze poste nel tempo (amianto e fibre

vetrose), ma che al momento non sono quantificabili in quanto l'immobile deve essere oggetto di una specifica campagna ambientale volta a rilevare la presenza di materiali inquinanti.

Gli scenari che prevedono interventi su manufatti esistenti implicano necessariamente adeguamenti impiantistici e strutturali che potrebbero comportare dilatazioni nei cronoprogrammi operativi. Ipotizzando di intervenire per fasi per consentire l'operatività parziale dello scalo, durante ogni singola fase dovranno essere attivate indagini per la caratterizzazione di tutte le strutture e dei materiali.

Si evidenziano poi tre ulteriori aspetti che sono invarianti progettuali per tutte le macro alternative in quanto dovranno essere previsti in tutte le soluzioni: opere di sicurezza idraulica, interventi per il raggiungimento dei target LEED, interventi di adeguamento Apron.

Siccome ogni scenario prevede nuove costruzioni con nuove superfici captanti, le reti di raccolta delle acque meteoriche dovranno necessariamente essere adeguate. Inoltre si dovranno prevedere delle vasche volano o degli invasi di laminazione: questo costo dovrà comunque essere considerato e, per tal motivo, un intervento ex novo garantirebbe una migliore ottimizzazione dell'investimento.

La sostenibilità ambientale è un obiettivo imprescindibile del Piano e pertanto tutti e tre le macro alternative richiedono interventi sulle coperture, sugli apparecchi illuminanti esterni, sui sanitari e le rubinetterie, sulle UTA e relative portate d'aria. L'impatto di questi hard cost sarebbe invece in parte assorbito da una nuova costruzione, in quanto i requisiti sarebbero già inclusi nelle specifiche di progettazione.

Demo-ricostruzione, ampliamento e nuova costruzione comportano infine un necessario adeguamento dell'Apron: mentre nei primi due interventi l'Apron sarebbe comunque limitato dalla conformazione dello stato attuale dei terminal, in caso di nuova edificazione ci sarebbero le condizioni per riorganizzare il layout secondo una configurazione coerente con le future previsioni di Piano di Sviluppo Aeroportuale, più efficace e performante (anche in termini di safety).

2.2 Alternativa di riutilizzo aree dismesse

2.2.1 Ricognizione dello stato di fatto

Nella valutazione delle macro-alternative progettuali, è stata presa in considerazione anche l'opportunità di prevedere l'edificazione in corrispondenza di aree attualmente dismesse o di possibile dismissione.



Figura 15 - Aerofotogrammetrico e perimetro aeroportuale

Una ricognizione dello stato di fatto mostra però come all'interno del perimetro aeroportuale non siano presenti aree urbanizzate e già a disposizione per una futura edificazione.

Ai margini del sedime di proprietà sono presenti terreni con destinazione prevalentemente agricola. Si esclude pertanto qualsiasi possibilità di recupero di aree in disuso, sia interne che esterne all'aeroporto, se non prevedendo una dislocazione totale dell'apparato aeroportuale, compresi pista, e infrastruttura connessa.

In ottica di limitare il consumo di suolo, sono state prese in considerazione delle ipotesi che potrebbero prevedere la demolizione di edifici esistenti, previa riprotezione degli stessi, per liberare nuovi sedimi.

Nel capitolo precedente sono stati valutati degli scenari che comportano demolizioni e dismissioni di edifici esistenti:

- i. demolizione e ricostruzione del corpo di fabbrica "B" e degli edifici VV.FF. e D.A., realizzando sul sedime di questi edifici il nuovo terminal;



Figura 16 - Schema demolizioni per demo-ricostruzione

- ii. ampliamento tramite sopraelevazione degli edifici "B" e "A1";



Figura 17 - Interventi su fabbricati "B" e "A1"

- iii. demolizione della pensilina per i mezzi di rampa, U.S.M.A.F./sanità aerea, previa riprotezione, al fine di mettere a disposizione le aree per l'edificazione.



Figura 18 - Schema demolizioni per nuova costruzione

2.2.2 Analisi alternative

Il primo scenario (i), come già ampiamente illustrato nel capitolo precedente, non risulta percorribile per costi, tempi ed inattività imposta alle funzionalità dello scalo. Le ipotesi di sopraalzo volumetrico (ii) non è percorribile dal punto di vista tecnico (adeguamento strutturale di strutture esistenti), dimensionale ed economico (chiusura totale dello scalo). La terza macro alternativa (iii) consente invece di sfruttare positivamente le aree messe a disposizione.

Dagli schemi sopra esposti, si evince tuttavia come comunque queste demolizioni e riorganizzazioni non siano sufficienti. Considerati i limiti imposti dal perimetro aeroportuale (linea tratteggiata blu), considerata la circoscritta disponibilità di superfici, si conferma pertanto l'assunto progettuale per il quale non sono fattibili nuove costruzioni senza intaccare aree non urbanizzate. Di contro, nel rispetto degli obiettivi imposti dal Piano, in particolare la minimizzazione dell'impatto ambientale, la riorganizzazione di queste aree già edificate ed interne al sedime aeroportuale rappresenta senz'altro un'opportunità progettuale da sfruttare.

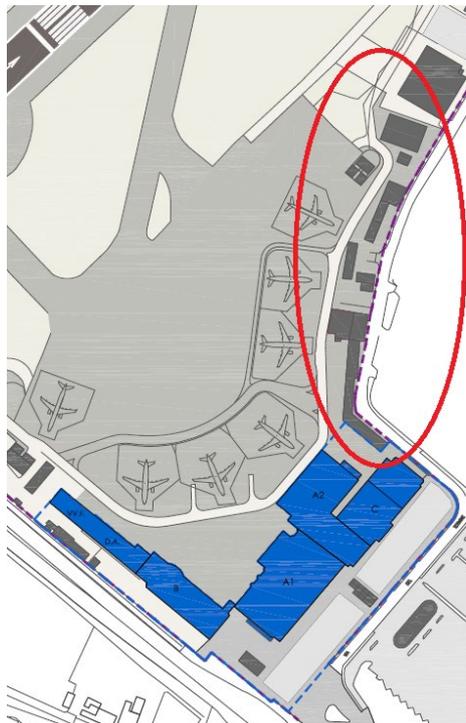


Figura 19 - Punto strategico per il nuovo layout

L'area airside evidenziata, attualmente occupata dagli edifici tecnici al servizio delle operazioni aeroportuali, rappresenta un punto strategico per la realizzazione del nuovo terminal e per il contestuale studio di un nuovo layout Apron.

La soluzione consente infatti di trarre almeno in parte l'obiettivo di limitazione del consumo di suolo, sfruttando appunto un'area attualmente già edificata all'interno del perimetro aeroportuale. L'intervento di adeguamento dell'Apron 100 prevede, inoltre, di convertire un'area attualmente pavimentata in area drenante. La localizzazione è inoltre strategica per la vicinanza alla tramvia, ai parcheggi esistenti ed alla possibilità di collegamento anche con il sistema infrastrutturale esistente.

2.2.3 Verifica rispetto alla soluzione progettuale adottata nel P.F.T.E.

Le considerazioni sopra esposte sono state applicate per una valutazione della macro alternativa c) *Nuova costruzione*, così come determinata nel precedente capitolo. Questa alternativa presenta soluzioni progettuali che portano a traguardare l'obiettivo finale di favorire la mitigazione ambientale, non solo in termini di inserimento armonico dell'architettura nel contesto, ma, soprattutto, in termini di immissioni inquinanti.

La sottostante planimetria di confronto porta infatti alla luce come le tematiche precedentemente rilevate siano state affrontate.

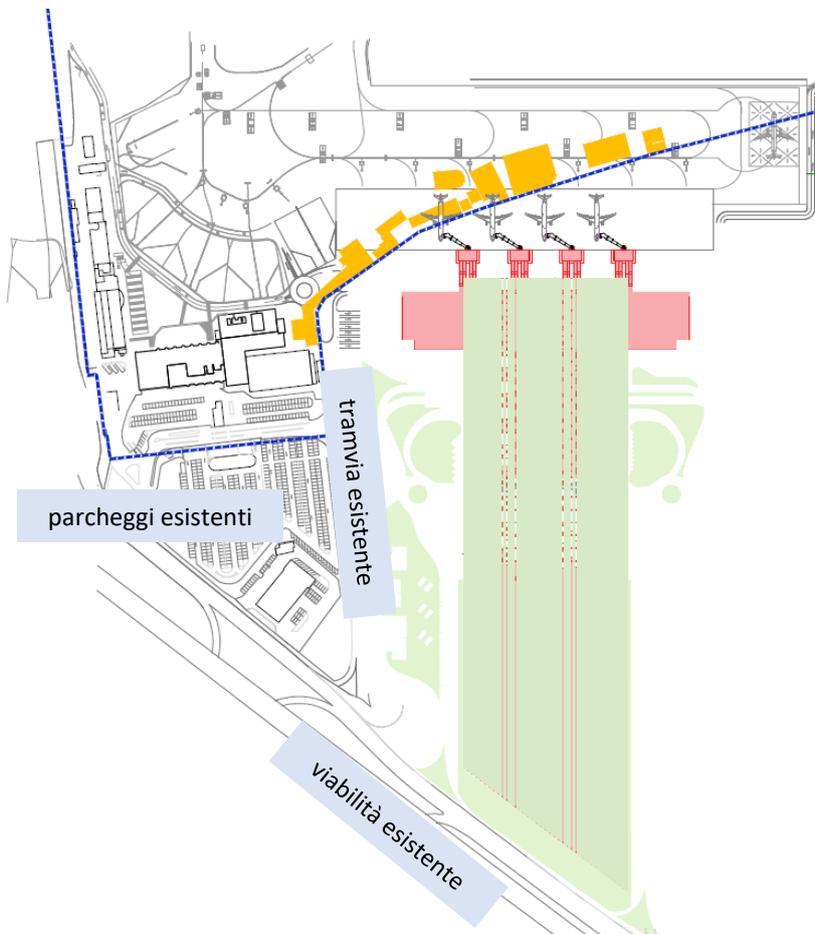


Figura 20 - Planimetria confronto stato di fatto - progetto, con identificazione delle aree verdi edificate

TEMA	SOLUZIONE ADOTTATA
DISPONIBILITA' DI AREE	<p>Individuazione di aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> - limitrofe alle infrastrutture esistenti (tram, autostrada, viabilità secondaria, parcheggi esistenti); - connesse all'Apron attuale; - che permettano future espansioni, sia del Terminal che dell'Apron; - che siano coerenti con le previsioni di sviluppo del piano del Masterplan.
RECUPERO AREE DISMESSE	<p>La demolizione (e successiva riprotezione) di edifici vetusti e realizzati con differenti tipologie costruttivi consente di riorganizzare il layout complessivo, di migliorare la qualità formale ed architettonica dei manufatti e, non da ultimo, di mettere a disposizione aree per nuove costruzioni.</p>
MITIGAZIONE	<p>Elemento totalizzante del progetto, sia all'interno della composizione architettonica, sia come elemento funzionale, è la grande copertura a verde con la prosecuzione nel terrapieno a verde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - armonizza l'edificio nel suo inserimento nel contesto territoriale; - mitiga l'impatto visivo dei volumi edificati; - accogliere le differenti funzioni (spazi terminal, spazi tecnici, spazi commerciali, parcheggi, impianti geotermici, fotovoltaici, etc.), garantendo un'unica superficie di copertura omogenea e ricoperta di vegetazione.
LIMITAZIONE CONSUMO DI SUOLO	<p>Il layout architettonico previsto in progetto consente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'ottimizzazione dei percorsi carrabili e pedonali, riducendo le aree pavimentate; - minimizzare l'impatto delle aree a parcheggio, prevedendole al di sotto della grande copertura verde; - compattare al di sotto di un unico manufatto tutte le funzioni richieste dal terminal.
LIMITAZIONE SUPERFICI CAPTANTI	<p>Nel progetto architettonico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oltre l'65% delle coperture previste in progetto è realizzato tramite tetto a verde; - il tracciato della viabilità è ottimizzato al fine di ridurre al minimo la sua estensione; - all'interno dei percorsi pedonali sono previste aree a verde per ridurre le superfici pavimentate.

Tabella 12 – Strategie risolutive

La grande copertura verde permette pertanto:

- garantire un adeguato assorbimento delle emissioni inquinanti in atmosfera e favorire una sufficiente evapotraspirazione al fine di garantire un adeguato microclima;
- la copertura, con la sua estensione di circa 55.000 mq e con la sola finitura a verde intensivo, sarebbe in grado di compensare una quantità di CO₂ annua pari a 30.000 kgCO₂eq annui, pari a circa 100 mc di calcestruzzo compensati ogni anno;
- il pacchetto a verde intensivo favorisce il drenaggio naturale e consente una riduzione del coefficiente di deflusso, contribuendo a diminuire la quantità d'acqua incanalata verso i sistemi di smaltimento a terra e verso le vasche di laminazione;

- la presenza della copertura verde per l'edificio, ma anche per il parcheggio e per le aree tecniche del terminal permette una riduzione dell'effetto isola di calore e di conseguenza del riscaldamento delle zone urbanizzate.



Figura 21 - Vista renderizzata della copertura verde

Il terrapieno, che rappresenta la naturale prosecuzione della falda di copertura, ricopre un ruolo importante all'interno del progetto in quanto:

- accoglie l'intero circuito geotermico;
- accoglie le vasche interrato per gli accumuli di acqua potabile e acqua ai fini antincendio;
- è realizzato riutilizzando le terre provenienti dagli scavi per la realizzazione delle opere di fondazione;
- è un'area a verde strutturata, in grado di accogliere essenze vegetali.

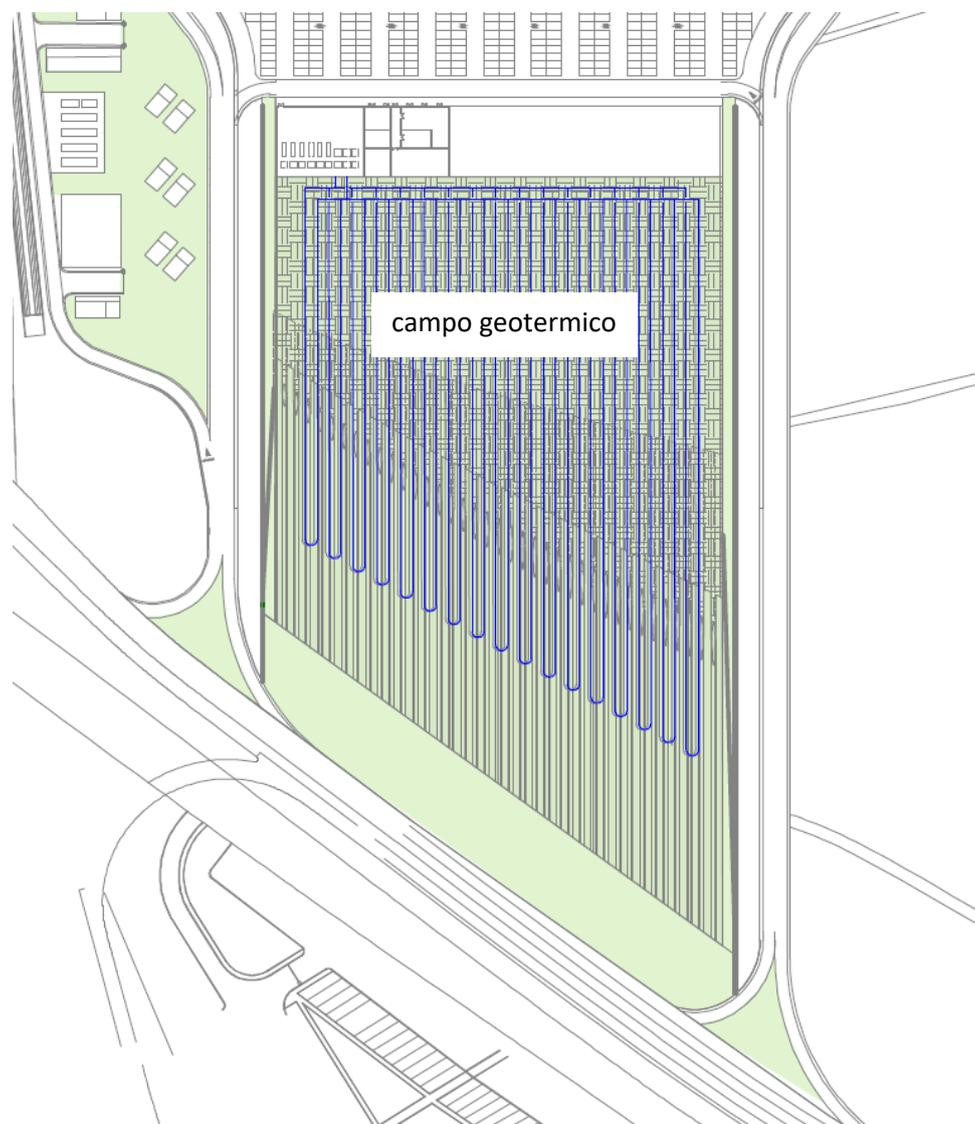


Figura 22 - Pianta terrapieno

La differente soluzione strutturale del tetto, in parte coincidente con un terrapieno costituito dalle terre di scavo riutilizzate in sito, e in parte sorretto da elementi strutturali dedicati, consente la massima applicazione dei criteri e degli indirizzi di economia circolare e, al contempo, consente la realizzazione di un corpo continuo che, nel segnare e connotare l'inserimento paesaggistico della nuova opera, coniuga elementi di funzionalità tecnologica del Terminal, rendendo possibili soluzioni impiantistiche fortemente improntate al risparmio energetico e alla transizione ecologica.

2.3 Alternativa di localizzazione

2.3.1 Ricognizione dello stato di fatto

Per la localizzazione della nuova opera, sono state indagate due possibili alternative:

- d. area Ovest interna all'attuale sedime aeroportuale, con costruzione dei nuovi edifici in posizione compresa tra l'Autostrada e l'attuale pista;
- e. area Est, con nuova edificazione su terreni extra-sedime, oltre l'attuale fermata tramviaria.

Entrambe le soluzioni necessitano di essere valutate non solo in ragione delle condizioni offerte dall'attuale stato dei luoghi, ma anche, e soprattutto, considerando il nuovo terminal come elemento che dovrà integrarsi con le future previsioni di sviluppo infrastrutturale dello scalo definite dal nuovo Piano di Sviluppo Aeroportuale.

2.3.2 Analisi alternative

d) Costruzione su sedime Ovest

Questo scenario prevede la costruzione della nuova infrastruttura in posizione diametralmente opposta, rispetto alla pista di volo, a quella dell'attuale terminal, lungo il confine Nord-Ovest, in posizione prossima al tracciato dell'Autostrada Firenze – Mare. La posizione individuata sarebbe relativamente baricentrica rispetto al layout della nuova pista di volo. Si riporta di seguito un estratto dal planivolumetrico del precedente Masterplan con, mappato con campitura rossa, l'ipotetico sedime per l'edificazione su questo fronte Ovest. Il sedime consentirebbe la realizzazione di un'opera ex-novo come descritta precedentemente in sede di valutazione tra ristrutturazione/ampliamento e nuova costruzione. Le caratteristiche dimensionali e funzionali sarebbero le medesime.

I terreni individuati ricadono all'interno del sedime di proprietà e consentirebbero, in parte, il recupero di aree già urbanizzate.

Questo scenario presentata tuttavia alcune criticità. Innanzitutto, la mancanza di un sistema infrastrutturale a supporto, col quale integrarsi: tramvia, viabilità, accessibilità al sistema locale di trasporto pubblico e

dotazione di parcheggi sono attualmente focalizzate lungo via Luder e andrebbero pertanto interamente riprogettati e riorganizzati. Propedeuticamente alla progettazione del terminal sarebbe pertanto necessario uno studio di fattibilità sul sistema di trasporto di area vasta, al momento incentrato sul nodo di Peretola.

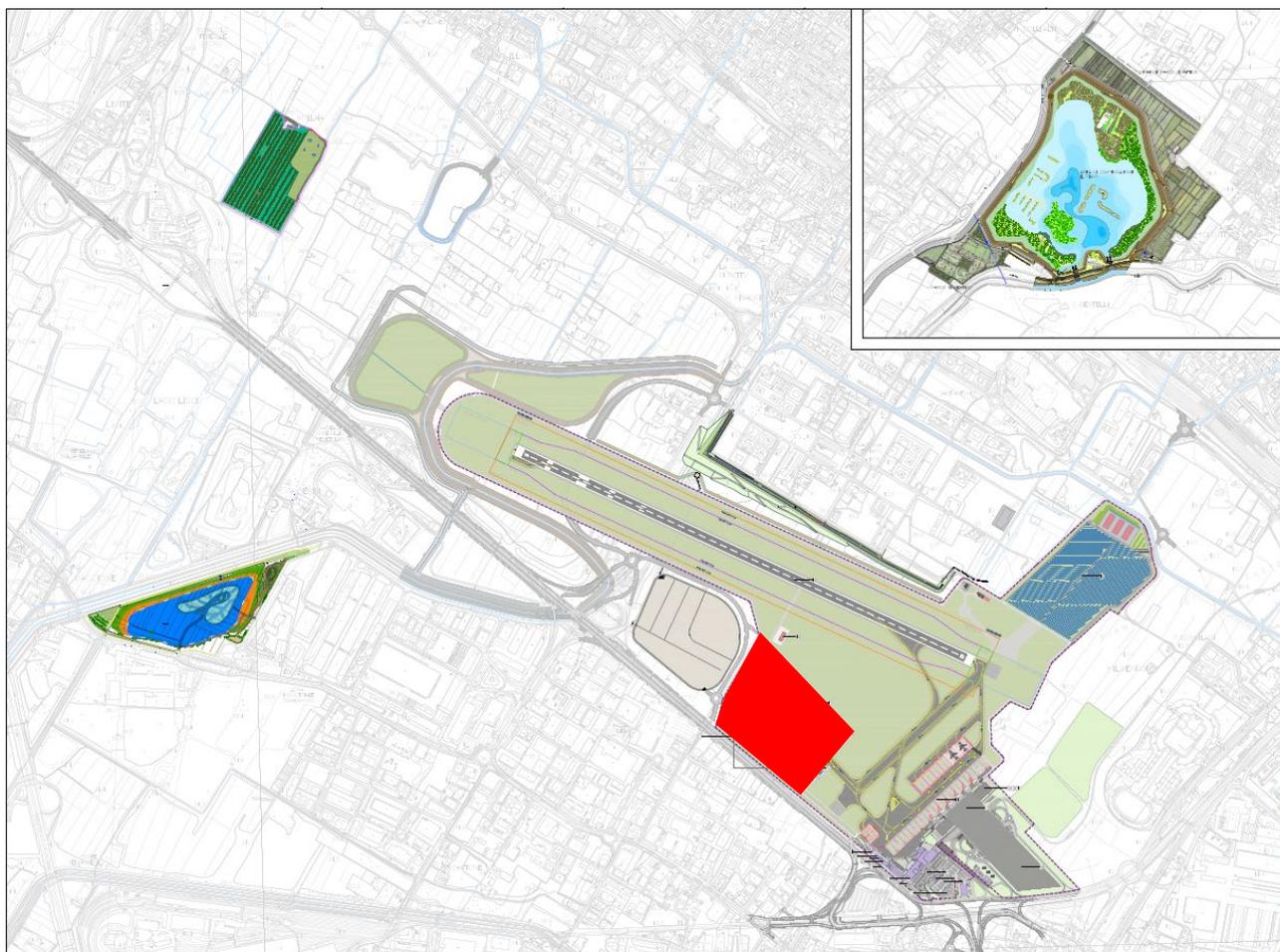


Figura 23 - Ipotesi Masterplan con individuazione dell'area Ovest

Si riprende l'obiettivo del Piano che prevede la realizzazione, non solo di un terminal passeggeri, ma di un hub di scambio multimodale ferro-gomma-aria, puntando in particolar modo sull'interazione con il sistema tramviario. Attualmente la linea 2 *Santa Maria Novella – Firenze Aeroporto*, inaugurata nel 2019, è ubicata ad Est del terminal esistente e, nell'ottica di futura riorganizzazione del sistema locale, si prevede la sua

interazione (in continuità) con la costruenda linea per Sesto Fiorentino. L'ipotetica ubicazione nel comparto Ovest comporterebbe la necessità di una rottura di carico della linea tramviaria, con realizzazione di un nuovo tratto di collegamento veloce tra l'attuale fermata e il futuro Terminal, avente prevedibile sviluppo lineare di circa 800-1.000 metri. Il tutto con notevole incremento di costi, nonché con peggioramento del livello di servizio offerto agli utenti che, infatti, dovrebbero cambiare vettura movimentando i propri bagagli.

La distanza che si verrebbe a creare tra un terminal Ovest e la rete tramviaria ed i parcheggi attualmente esistenti, porterebbe, inoltre, inevitabilmente alla necessità di realizzare nuovi stalli per auto e bus, venendo meno alle prerogative determinate dagli obiettivi progettuali, che vedono appunto nelle potenzialità dello scambio ferro-aria quale cardine imprescindibile per lo sviluppo del Piano.

Verrebbe, infine, a complicarsi il collegamento con la rete autostradale e, ancor più, quello con la viabilità urbana giacché, ad oggi, non sussistono efficienti connessioni da poter utilizzare.

Oltre al sistema viabilistico, anche le attuali utenze dei sottoservizi vertono su viale Luder e la localizzazione del Terminal in comparto Ovest necessiterebbe di importanti interventi di allaccio alle reti esistenti, con sottopassaggio del rilevato autostradale.

e) Costruzione su sedime Est

Questa macro alternativa prevede la costruzione del terminal in corrispondenza dei terreni a Nord-Est dell'attuale terminal. Analogamente a quanto operato per l'alternativa precedente, l'area di possibile localizzazione viene individuata sulla planimetria del precedente Masterplan, anche al fine di verificarne anticipatamente il livello di coerenza con le future previsioni infrastrutturali.

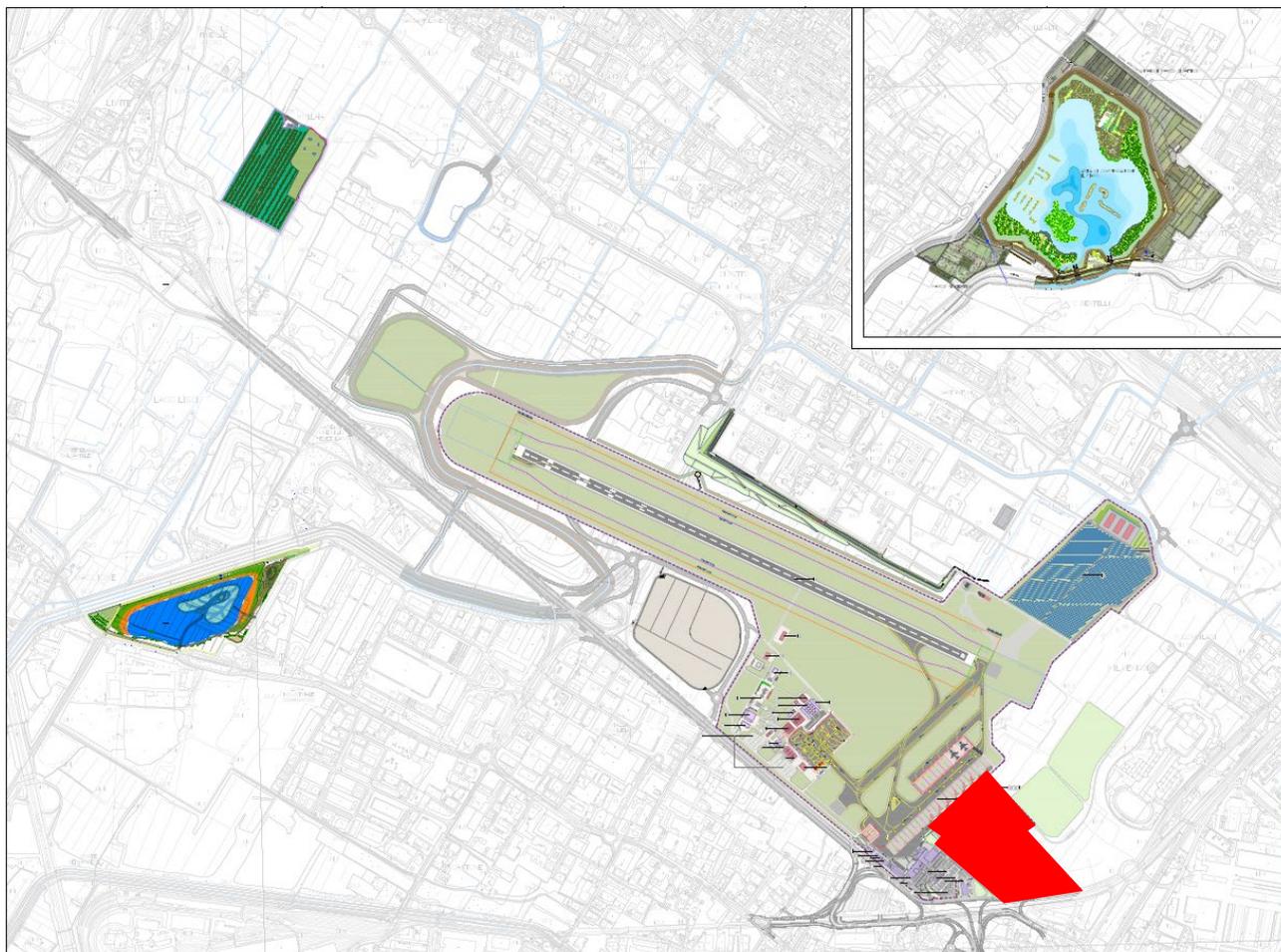


Figura 24 – Ipotesi Masterplan con individuazione dell'area Est

Come si evince dalla planimetria, Apron e nuova aerostazione sono localizzati in una posizione favorevole sia rispetto alla nuova pista, sia rispetto all'attuale tracciato della pista. Le aree di stazionamento sarebbero comunque ottimizzate per entrambe le soluzioni.

Detta localizzazione coincide, tra l'altro, con quella che già in precedenza era stata individuata per l'ubicazione della nuova aerostazione e, pertanto, già verificata e approvata dagli Enti competenti.

Anche sul fronte landside, la posizione dello scenario Est presenta una serie di plus progettuali. Innanzitutto la possibilità di rendere l'aerostazione un punto di scambio multimodale del sistema della mobilità. La posizione e l'articolazione stessa dell'aerostazione potranno prendere in considerazione i futuri sviluppi previsti per la rete tramviaria, garantendone l'efficienza e l'integrazione. La proposta progettuale sviluppata

all'interno del PFTE prevede una costruzione contenuta di nuovi parcheggi, segno concreto della scelta strategica di puntare in via prioritaria sull'obiettivo precedentemente esposto dell'intermodalità ferro-aria.

Questa posizione sfrutterebbe il vantaggio di appoggiarsi ad un sistema di viabilità ordinaria e urbana già consolidato, seppure da adeguare alle nuove esigenze progettuali.

La vicinanza all'attuale terminal, per il quale è prevista la prevalente riconversione ad uffici amministrativi e direzionali (Uffici amministrativi per gli Enti di Stato e la Direzione Aeroportuale, spazi di servizio, ecc.), costituisce un valore aggiunto per tutti gli operatori aeroportuali, garantendo al contempo rapidi collegamenti con i nuovi spazi dell'aerostazione.

Confronto e scelta finale

Per entrambe le soluzioni di progetto si riporta di seguito un raffronto rispetto agli obiettivi fissati all'interno del Quadro esigenziale.

CRITERIO	ALTERNATIVA d): COSTRUZIONE SU SEDIME OVEST	ALTERNATIVA e): COSTRUZIONE SU SEDIME EST
CONSUMO DI SUOLO Edificazione prevista su aree a verde	Si.	Si.
ESPROPRI Necessità di ricorso all'esproprio	Si.	Si.
INATTIVITA' Necessità di fermo dell'attività	Si, parziale.	No.
ACCESSIBILITA' e AREE CANTIERE	Sito di cantiere raggiungibile solo dall'interno dell'aeroporto.	Disponibilità di aree e facile accesso da via Luder.
RAPPORTO CON NUOVA PISTA Compatibilità con RWY 12.30	Protetto compatibile con nuova pista.	Protetto compatibile con nuova pista.
HUB MULTIMODALE Punto di scambio intermodale	No. La soluzione necessita la realizzazione di viabilità a servizio. Nessuna interazione con tramvia. Disponibilità di parcheggi esistenti nulla.	Si, il progetto interagisce fortemente con tram, viabilità, parcheggi esistenti, consolidando le dotazioni infrastrutturali esistenti.
SVILUPPO FUTURO Possibilità di espansioni future	Limitate dalla posizione di Apron ed invaso di laminazione.	Si, possibile espansione verso il fronte Nord-Est.
SICUREZZA IDRAULICA Necessità di opere di regimazione.	Si.	Si.

Tabella 13 – confronto tra alternative progettuali

I risultati dell'analisi portano ad individuare l'alternativa "e) Costruzione sul sedime Est" come la migliore delle soluzioni possibili per la realizzazione del nuovo terminal. In particolare si evidenziano i seguenti aspetti:

- il rapporto con le infrastrutture esistenti ed in progetto per caratterizzare un hub plurimodale;
- disponibilità di aree e facilità di accesso da via Luder per l'approvvigionamento al cantiere;
- continuità operativa garantita allo scalo esistente durante le fasi di cantiere.

3 ALTERNATIVE DI CONCEPT

Il nuovo terminal ha l'obiettivo di inglobare tutte le funzioni attualmente presenti in quello esistente, conseguentemente dismesso e rifunzionalizzato con destinazioni d'uso amministrative, di gestione e tecniche. Esso dovrà inoltre adattarsi e connettersi al nuovo progetto della pista aeroportuale, che verrà realizzata con una collocazione perpendicolare rispetto a quella esistente.

La realizzazione del nuovo terminal, come indicato nei capitoli precedenti, ha molteplici obiettivi che va a perseguire:

- miglior gestione dei flussi, senza scambi o interferenze tra arrivi e partenze;
- adeguamento ai nuovi flussi legati all'evento Brexit, accogliendo le necessità che l'aumento di passeggeri extrashengen ha comportato;
- adeguamento alle normative anti Covid in materia di distanziamenti e accodamenti: realizzazione e gestione degli spazi aeroportuali in modo da prevenire la formazione di lunghe code e aree di affollamento sia agli accessi e imbarchi che nelle aree ristoro;
- maggior spazio per passeggero per garantire una maggior sicurezza personale e comfort;
- miglioramento del livello di servizi passeggeri;
- immagine nuova e moderna per la città di Firenze: il terminal è uno dei maggiori punti di accesso alla città per il turismo nazionale e internazionale;
- flessibilità degli spazi, prevedendo anche repentine modifiche funzionali e riconversioni, in risposta ai mutamenti nello scenario politico e sanitario internazionale.

Al fine di raggiungere tali obiettivi, sono state prese in esame tre differenti ipotesi di layout volumetrico/architettonico per ottenere un progetto che sia il più possibile efficiente e congruo alle nuove esigenze.

i. Ipotesi Sovrapposizione

Questa ipotesi vede la realizzazione di due volumi sovrapposti: la soluzione così sviluppata prevede un accentramento di tutte le funzioni aeroportuali su due differenti livelli, partenze e arrivi, sia in termini di spazi interni che di collegamenti esterni.

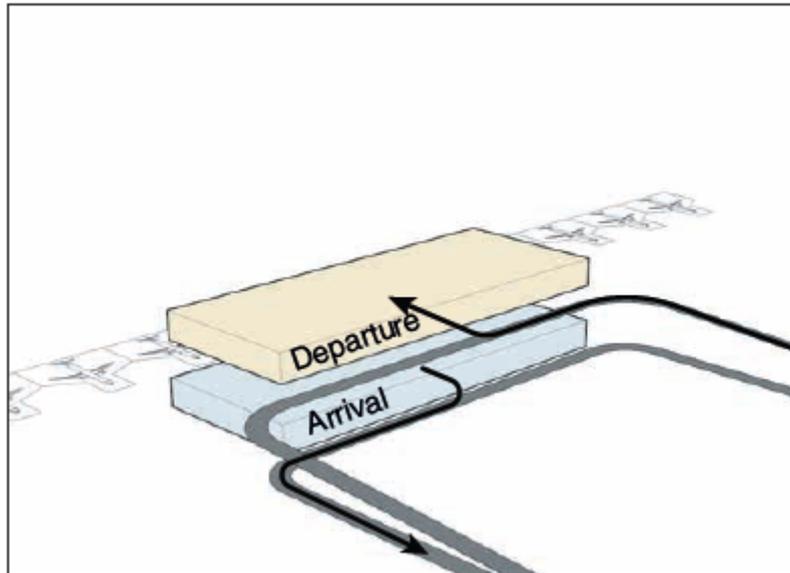


Figura 23 – Ipotesi di Sovrapposizione

FATTORI POSITIVI	FATTORI NEGATIVI
Separazione dei flussi di partenze e arrivi	Tramvia separata dai flussi principali
Minore consumo di suolo	Maggiori spese per la realizzazione delle infrastrutture carrabili
	Difficile gestione dei flussi di manutenzione
	Spazi minimi per il passeggero

Tabella 14 – Confronto soluzioni Ipotesi 1

Questa soluzione, sebbene comporti una netta separazione degli spazi aeroportuali di arrivi e partenze e una minimizzazione del consumo di suolo, ha come aspetti negativi che è presente una difficile gestione dei flussi della manutenzione e che le opere infrastrutturali per la connessione delle strade carrabili e del trasporto pubblico siano più complesse e collegate in modo meno diretto ed efficiente.

ii. Ipotesi Affiancamento

La soluzione presa in considerazione propone di affiancare gli spazi dedicati al terminal arrivi e al terminal partenze, creando un terminal esteso ma ben distribuito, dove le aree ed i flussi interni sono chiaramente separati.

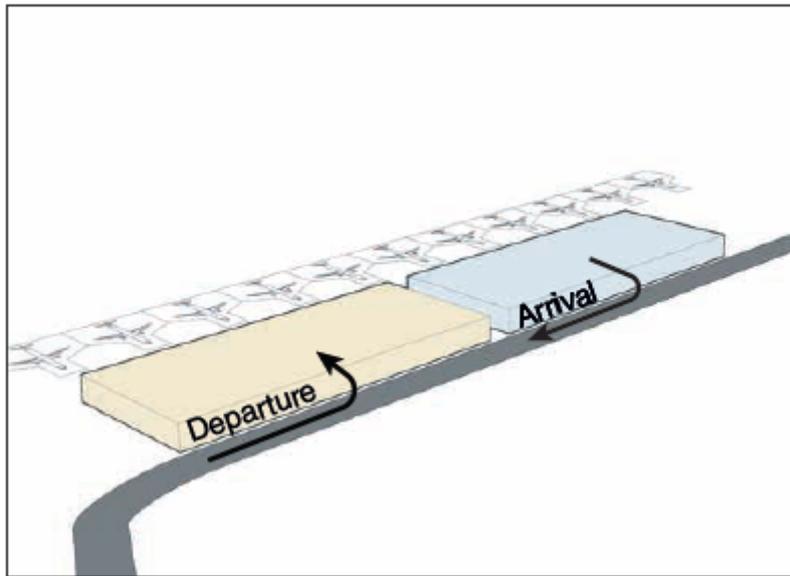


Figura 24 – Ipotesi di Affiancamento

FATTORI POSITIVI	FATTORI NEGATIVI
Indipendenza dei servizi di controllo	Maggiore consumo di suolo
Maggiori chiarezza di gestione dei bagagli	Interferenze tra flussi carrabili e pedonali per arrivi e partenze
Maggior spazio a passeggero	Non conforme al futuro progetto della pista
	Intersezione tra tramvia e percorsi
	Allungamento dell'area Apron

Tabella 5 – Confronto soluzioni ipotesi 2

La presente soluzione comporta un elevato consumo del suolo esistente, dal momento che le aree di arrivi e partenze vengono collocate entrambe a livello del suolo e sono necessariamente separate. Inoltre una delle maggiori criticità risulta essere lo spazio pick-up/drop off, che in questa situazione presenterebbe numerose interferenze e difficoltà non solo per lo spazio di percorrenza delle auto ma anche della tramvia futura. Questa ipotesi progettuale sarebbe inoltre difficile da integrare con il futuro progetto della pista aeroportuale e con il nuovo Masterplan presentato. Non meno importante risulterebbe essere la necessità di aumentare lo spazio Apron di movimentazione e gestione dei flussi degli aeromobili, che in questo caso risultano distinti tra arrivi e partenze, senza presentare un unico punto di allaccio.

iii. Ipotesi Separazione

L'ipotesi progettuale in questione prevede lo sviluppo del nuovo terminal perpendicolarmente alla pista. La separazione delle aree partenze e arrivi avviene attraverso la creazione di una piazza centrale, punto di pick up/drop off e di collegamento con la linea infrastrutturale carrabile e del trasporto pubblico. Il collegamento tra le due aree avverrà poi a livello superiore, permettendo il raggiungimento della pista aeroportuale e la realizzazione di un maggior spazio per negozi e attività.

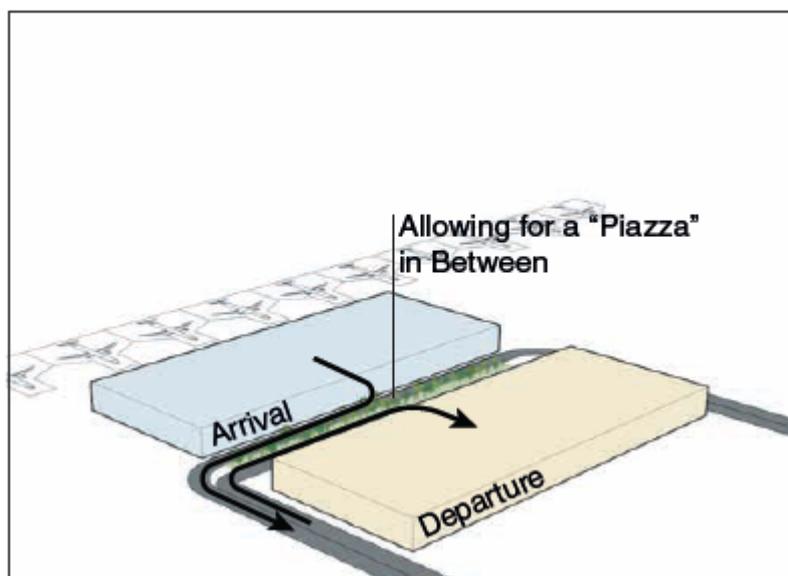


Figura 25 – Ipotesi di separazione

FATTORI POSITIVI	FATTORI NEGATIVI
Flussi carrabili separati	Maggiore Consumo di suolo
Inclusione della tramvia	Interferenze tra trasporto pubblico e privato
Area coperta di drop off/pick up	
Minore area stradale	
Maggiore spazio per passeggero	
Flussi manutenzione separati tra arrivi e partenze	

Tabella 16 – Confronto soluzioni Ipotesi 3

Sebbene, come l'ipotesi 2, questa idea progettuale comporti un maggior consumo di suolo e delle difficoltà nella gestione delle interferenze, essa risulta efficace in quanto concentra i flussi dei passeggeri e separa drasticamente le aree di partenze e arrivi.

Confronto e scelta finale

A seguito delle analisi effettuate, delle valutazioni e delle considerazioni sopra riportate, l'ipotesi 3 è risultato essere la più efficiente e la più ottimale in materia di divisione dei flussi, collegamento con le aree circostanti e gestione della suddivisione partenze/arrivi.

Determinato il Concept per la macrofunzioni del nuovo terminal, sono state poi effettuate varie ipotesi per la collocazione più specifica delle singole aree. Sono state mantenute separate al piano terra le funzioni di arrivi, di più veloce utilizzo in quanto legato all'atterraggio e al deflusso dei passeggeri, mentre è stata implementata l'area delle partenze, di più lenta e dilazionata percorrenza, a cui è stato aggiunto un piano primo che va a coprire poi l'intero edificio fino all'area imbarchi, confinante con l'area Apron.

Questa soluzione da modo di creare una grande copertura verde (si è deciso di compensare così parzialmente il consumo di suolo che questa scelta progettuale comporta) che andrà a proteggere la piazza centrale di pick up/drop off, il parcheggio e a creare un terrapieno che darà la possibilità di installazione di un impianto geotermico.



Figura 25 - Ipotesi di separazione – scelta concept finale, ultima versione



Figura 26 - Ipotesi di separazione – scelta concept finale, piazza centrale

4 ALTERNATIVE DI TRACCIATO PER LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

Il percorso progettuale di optioneering ha affrontato anche le tematiche viabilistiche per valutare differenti layout e configurazioni per l'accesso all'aerostazione.

Come evidenziato dalla ricostruzione dello stato dei luoghi e dall'alternativa di ampliarsi verso i terreni nell'area Est, la presenza del capolinea della tramvia (fermata Peretola Aeroporto) proveniente dal capoluogo e di Viale G. Luder, strada a grande percorrenza, consentono ottimi punti di allaccio alla rete infrastrutturale esistente per consentire al nuovo Terminal di essere facilmente raggiungibile attraverso differenti mezzi di trasporto.

In particolare, il monitoraggio e le indagini svolti sul traffico aeroportuale (2019/2022), al fine di studiare una profilazione dell'utenza che accede all'aeroporto e dei mezzi più utilizzati per raggiungerlo, ha portato ad alcune importanti considerazioni riguardo l'utilizzo dei mezzi di trasporto più impiegati per raggiungere il Terminal: sebbene rimangono abbastanza costanti l'utilizzo di taxi, auto guidata con conducente e navette da parcheggio esterno, aumenta notevolmente l'utilizzo dei mezzi pubblici, in particolare della linea tramviaria che diventa primaria rispetto agli altri mezzi.

Riguardo ciò, oltre la linea tramviaria con destinazione Firenze, è già in fase di previsione nel piano di sviluppo del trasporto pubblico locale il collegamento attraverso una nuova rete su ferro con destinazione Sesto Fiorentino.

Il collegamento con Viale Luder diventa in questo scenario punto di accesso agevolato per tutti i mezzi su gomma quali auto private, taxi, NCC e autobus del trasporto pubblico, permettendo il collegamento diretto e protetto con le aree di partenze/arrivi.

Per poter quindi sfruttare al meglio queste opportunità sono state prese in considerazione differenti alternative progettuali.

1) Proposta linea tramviaria esterna

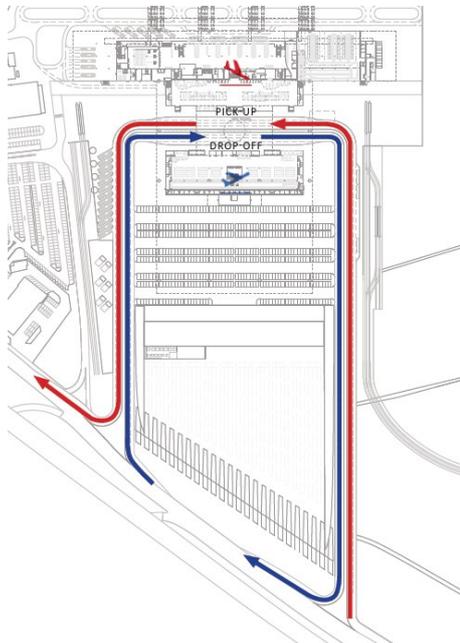


Figura 27 - Proposta 1: viabilità carrabile

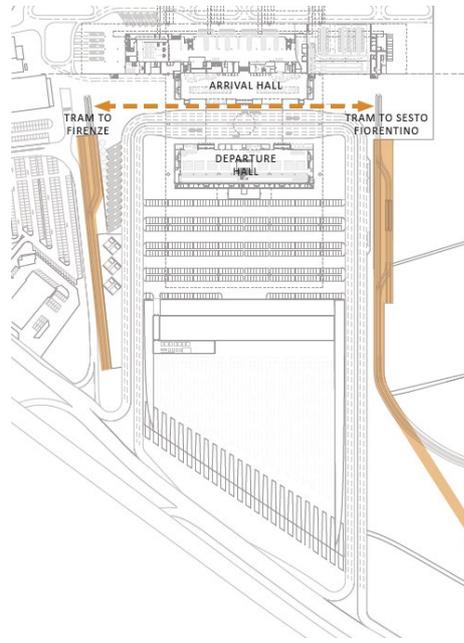


Figura 28 - Proposta 1: viabilità tramviaria

Viabilità su gomma

Collegamento da Viale Luder con due viabilità separate e parallele per arrivi e partenze, con aree di drop-off/pick-up nella piazza centrale del terminal. Il percorso carrabile, ipotizzato il più lineare e diretto possibile, è di tipo misto per i servizi pubblici e privati con aree di parcheggio per i servizi NCC posti sul lato Ovest del terminal e un grande parcheggio per le soste brevi e lunghe per le automobili.

Viabilità su ferro

Le linee tramviarie con direzione Firenze e Sesto fiorentino sono separate in due diverse fermate ai lati opposti Nord/Sud del nuovo terminal, consentendo una precisa differenziazione dei flussi di passeggeri sia in entrata che in uscita, senza creare affollamenti e accodamenti nelle aree centrali di accesso al terminal.

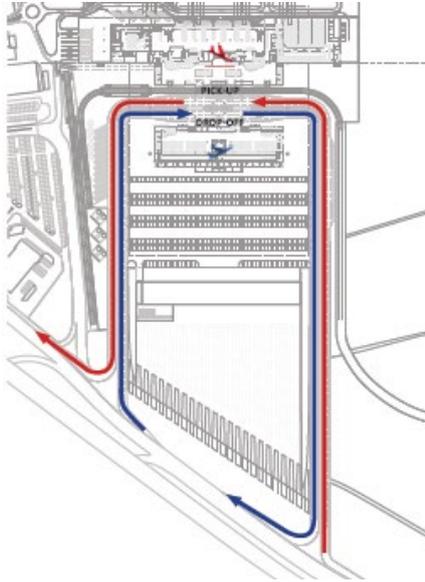
2) Proposta linea tramviaria centrale con separazione dei flussi

Figura 29 - Proposta 2: viabilità su gomma

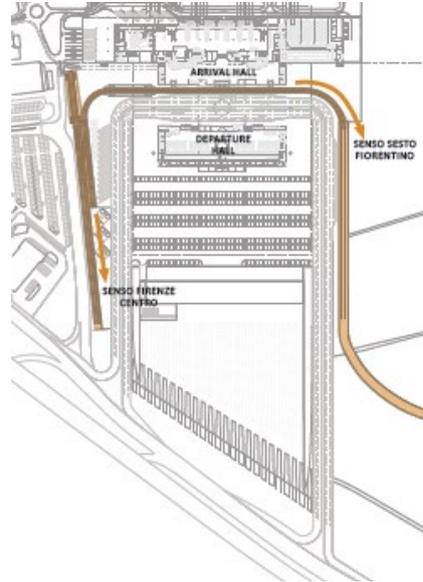


Figura 30 - Proposta 2: viabilità su ferro

Viabilità su gomma

Il collegamento primario avviene da Viale Luder con due viabilità separate e parallele arrivi e partenze, con aree di drop-off/pick-up nella piazza centrale del terminal. Il percorso carrabile, ipotizzato il più lineare e diretto possibile, è di tipo misto per i servizi pubblici e privati, con aree di parcheggio per i servizi NCC posti sul lato ovest del terminal e un grande parcheggio per le soste brevi e lunghe per le automobili. Questa opzione ha come vantaggio la possibilità di mantenere ben separati i flussi, ma come svantaggio l'impossibilità di cambiare percorso in caso di errore e un accesso difficoltoso al parcheggio, risolvibile solo creando una circolazione interna con conseguente perdita di posti auto.

Viabilità su ferro

Le linee tramviarie con direzione Firenze e Sesto fiorentino sono separate in due diverse fermate e posizionate lungo il lato Ovest del nuovo terminal, consentendo una concentrazione delle aree di utilizzo della tramvia per i passeggeri del terminal, separandone il flusso pedestre da quello carraio. In questo

scenario la tramvia con direzione Sesto Fiorentino viene collocata nello spazio centrale sul fronte delle partenze del terminal, mantenendo separati e senza intersezioni i percorsi carrabili e quelli tramviari.

3) Proposta linea tramviaria centrale con interconnessione dei flussi

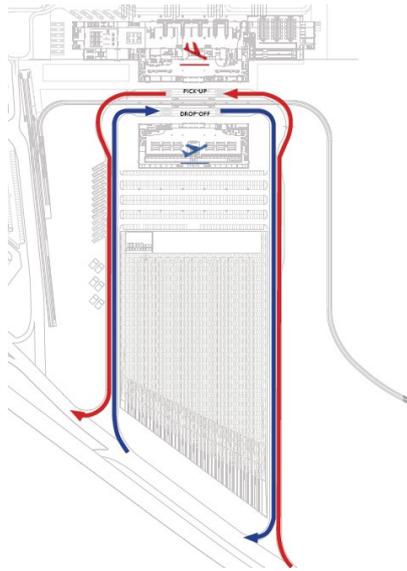


Figura 31 - Proposta 3: viabilità su gomma

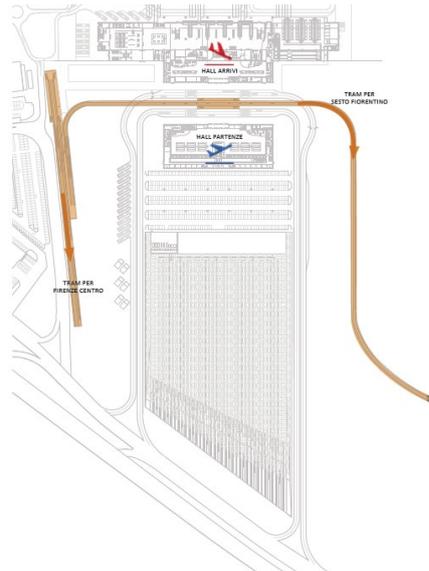


Figura 32 - Proposta 3: viabilità su ferro

Viabilità su gomma

Il collegamento primario avviene da Viale Luder con due viabilità separate e parallele arrivi e partenze, con aree di drop-off/pick-up nella piazza centrale del terminal. Il percorso carrabile, anche in quest'opzione lineare ma con dei tratti in curva dal raggio più ampio per permettere un'intersezione più sicura e lenta con il sedime della tramvia, è di tipo misto per i servizi pubblici e privati, con aree di parcheggio per i servizi NCC posti sul lato Ovest del terminal e un grande parcheggio per le soste brevi e lunghe per le automobili. Il vantaggio nasce dal mantenere ben separati i flussi, ma presenta come svantaggi l'impossibilità di cambiare percorso in caso di errore, l'interferenza molto diretta con la tramvia e un accesso difficoltoso al parcheggio, risolvibile solo creando una circolazione interna con conseguente perdita di posti auto.

Viabilità su ferro

Come per lo scenario 2, anche in questo caso l'ipotesi prevede di mantenere inalterata la collocazione della linea per Firenze e l'accentramento della linea tramviaria con destinazione Sesto Fiorentino nello spazio tra arrivi e partenze. Differenza sostanziale è la collocazione della fermata nell'area centrale, con il sedime tramviario che separa i flussi carrabili di arrivi e partenze. Tale soluzione consente la discesa dei passeggeri in un'area coperta, ma difficile da gestire in termini di flussi nei momenti di salita/discesa dal tram e interferenza con i flussi carrabili e di drop-off/pick-up.

4) Proposta linea tramviaria centrale con decentramento dell'area di sbarco

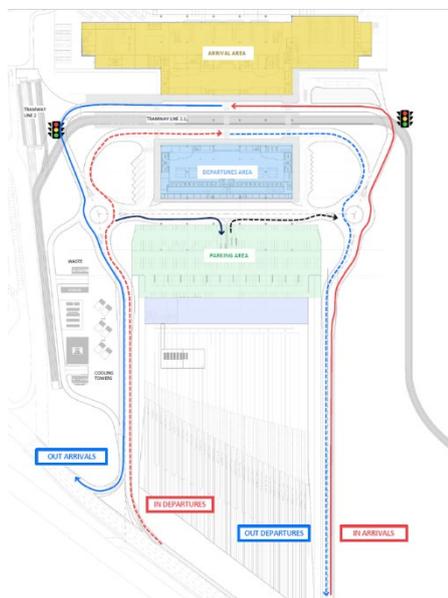


Figura 33 - Proposta 4: viabilità su gomma

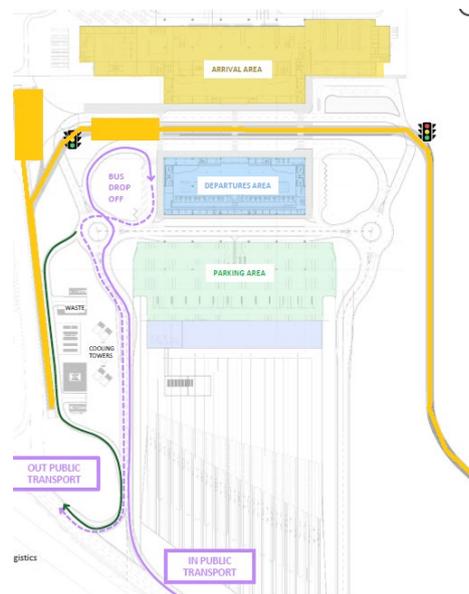


Figura 34 - Proposta 4: viabilità tramviaria, pubblica e di servizio

Viabilità su gomma

Similarmente all'ipotesi 3, il collegamento da Viale Luder avviene con due viabilità separate e parallele arrivi e partenze, con aree di drop-off/pick-up nella piazza centrale del terminal. Il percorso carrabile, rallentato da rotonde e da curve ad ampio raggio per permettere un'intersezione più sicura e lenta con il sedime della tramvia, è ipotizzato di tipo misto nelle aree principali di accesso ed uscita dall'area, ma con flussi ben separati nelle aree in prossimità di accesso nella zona partenze/arrivi, dove i flussi di pick-up/drop-off sono

ben distinti da quelli di sosta per gli NCC e dai percorsi per sosta degli autobus delle linea pubblica, con parcheggi dedicati in aree protette ai lati del terminal partenze. Vengono consentite inoltre una viabilità dedicata per i mezzi di servizio dell'aerostazione e un accesso sicuro con accodamento controllato alla zona di parcheggio coperto.

Viabilità su ferro

La proposta 4 unisce quelli che sono i vantaggi delle ipotesi 2 e 3, ovvero la creazione di un polo di sbarco pedonale per le due tramvie. Questa ipotesi consente la protezione delle aree a destinazione dei flussi pedonali e permette la differenziazione dei percorsi pubblici da quelli privati (sia per automobili che per autobus e pullman).

Confronto e scelta finale

La proposta 4 risulta essere l'ipotesi che più soddisfa gli obiettivi da trapiandare. La viabilità è controllata sia a livello di velocità, sia nel permettere cambi di direzione senza interessare l'area aeroportuale. I percorsi delle varie tipologie di trasporto (pubblico, privato, manutenzione) sono separati e l'accesso al parcheggio è controllato su un asse non principale. Entrambe le linee tramviarie hanno un punto di sbarco comune e controllato, con percorsi dedicati per il traffico pedestre.

5 ALTERNATIVE DI APPROVVIGIONAMENTO

Seguendo le indicazioni previste *dal Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile*, oltre alle macro-alternative progettuali inerenti alle tipologie ed alla localizzazione dell'intervento, sono state considerate ed analizzate le alternative di efficientamento delle reti di distribuzione.

Nello specifico, sono stati affrontate le seguenti comparazioni:

- alternative di approvvigionamento dell'energia termica;
- alternative di approvvigionamento dell'energia frigorifera;
- alternative di approvvigionamento idrico;
- alternative di approvvigionamento dell'energia elettrica;
- collegamento della linea telecomunicazioni.

5.1 Approvvigionamento energia termica

Per tragguardare gli obiettivi indicati nel Quadro esigenziale, in particolare per ottenere soluzioni atte ad abbattere consumi, ridurre la Carbon Footprint del terminal e garantire un'alta efficienza, la scelta in merito alla filosofia impiantistica da adottare per la produzione di calore risulta determinante. Nello specifico, sono stati valutati quattro ipotetici scenari.

1. Pompe di calore geotermiche a circuito aperto

Le pompe di calore geotermiche a circuito aperto trasferiscono il calore al suolo nei mesi di raffreddamento e recuperano il calore dal suolo nei mesi di riscaldamento. La natura aperta dei sistemi consente una migliore capacità dei pozzi rispetto ai sistemi a circuito chiuso che consentono maggiori quantità di espulsione di calore per pozzo e un minor numero di pozzi. Un sistema aperto espone gli scambiatori delle pompe di calore allo sporco che riduce il deterioramento l'efficienza di scambio e accelera il deterioramento delle superfici di scambio termico. I pozzi aperti riducono la preoccupazione per uno squilibrio annuale nell'energia immagazzinata per il riscaldamento e il raffreddamento, rendendo meno probabile la necessità di pompe di calore o caldaie ad aria.

2. Pompe di calore geotermiche a sistema chiuso

Le pompe di calore geotermiche a circuito chiuso trasferiscono il calore al suolo nei mesi di raffreddamento e recuperano il calore dal suolo nei mesi di riscaldamento. I circuiti chiusi pongono limiti pratici alla capacità di ciascun pozzo aumentando il numero richiesto di pozzi rispetto ai sistemi a circuito aperto. I pozzi chiusi non espongono le superfici di scambio termico delle pompe di calore allo sporco e rallenta il deterioramento delle superfici di scambio termico. Il corretto funzionamento di un sistema di pozzi chiusi richiede un bilancio annuale del calore in entrata e in uscita dai pozzi, creando la necessità di azionare pompe di calore ad aria per integrare il fabbisogno annuale di energia per il riscaldamento.

3. Pompe di calore ad aria

Il design del tetto utilizza la maggior parte dello spazio disponibile per piantagioni di vigneti e lucernari, limitando notevolmente lo spazio disponibile per l'installazione di attrezzature sul tetto. L'installazione di

apparecchiature sul tetto in un'area accuratamente studiata è indesiderabile quando si considerano l'estetica e il rumore. Le aree aperte sotto il tetto creano opportunità per individuare le pompe di calore ad aria.

4. Rooftop raffreddate ad aria con riscaldamento a gas

Il design del tetto utilizza la maggior parte dello spazio disponibile per piantagioni di vigneti e lucernari, limitando notevolmente lo spazio disponibile per l'installazione di attrezzature sul tetto. L'installazione di apparecchiature sul tetto in un'area accuratamente studiata è indesiderabile quando si considerano l'estetica e il rumore. L'uso del gas per il riscaldamento è sconsigliato per i requisiti locali, quindi questa opzione non è presa in considerazione.

Caldai a gasolio, caldaie atmosferiche a gas e caldaie a gas a condensazione sono generalmente considerate per edifici di questo tipo. Queste soluzioni sono state rimosse dalla considerazione perché i requisiti locali ne sconsigliano l'uso in questa applicazione.

Confronto e scelta finale

I circuiti geotermici impegneranno 1,5 milioni di metri cubi di suolo, 21 milioni di kg, per immagazzinare il calore recuperato dai carichi di processo e dal raffreddamento estivo e riutilizzarlo per il riscaldamento invernale. Le pompe di calore ad acqua estrarranno questo calore dal terreno per creare acqua calda per il riscaldamento da distribuire in tutto l'edificio. Le pompe di calore ad aria integreranno l'energia di riscaldamento annuale disponibile per eliminare qualsiasi deficit di energia termica che potrebbe portare a una riduzione a lungo termine della temperatura del pozzo. Si stima che il terreno disponibile possa ospitare una capacità del sistema di 1650 kW.

Le pompe di calore geotermiche locali produrranno acqua di riscaldamento localmente suddivisa in zone in modo tale che ogni esposizione possa essere gestita con le temperature dell'acqua più efficienti possibili. I sistemi di controllo risponderanno alla posizione dei guadagni solari per monitorare e regolare continuamente le prestazioni del sistema.

5.2 Approvvigionamento energia frigorifera

Seguendo i medesimi principi di sostenibilità ambientale ed efficienza, analogamente a quanto fatto per la produzione di energia termica, sono state valutate tre ipotesi progettuali per garantire la copertura dei fabbisogni di energia frigorifera.

1. Pompe di calore geotermiche a circuito aperto

Il sistema consiste nella emissione nel terreno di calore nei mesi estivi e del recupero di calore dal terreno nei mesi invernali. La natura aperta di tale sistema consente di migliorare la prestazione dei pozzi rispetto ai sistemi a circuito chiuso, in quanto consente maggior quantità di dissipazione del calore in un minor numero di pozzi. Il sistema a circuito aperto, però potrebbe esporre le superfici di scambio termico delle pompe di calore ad elevati livelli di sporcamento che porterebbero ad accelerato deterioramento delle superfici stesse.

2. Pompe di calore geotermiche a sistema chiuso

Il sistema consiste sempre nella emissione di calore nel terreno nei mesi estivi e del recupero di calore nei mesi invernali. Il sistema chiuso crea dei limiti pratici nella capacità di scambio termico di ogni singolo pozzo e quindi comporta l'esigenza di un numero elevato di pozzi rispetto al sistema a circuito aperto. Contrariamente alla soluzione precedente però tale soluzione non porterebbe ad uno sporcamento delle superfici di scambio delle pompe di calore in quanto non vi sarebbe uno scambio termico diretto. Il sito consentirebbe l'installazione di pozzi orizzontali e verticali in modo da garantire la migliore efficienza possibile di scambio termico nello spazio disponibile.

3. Pompe di calore ad aria/ Chillers ad aria

Il disegno del tetto utilizza la maggior parte dello spazio utilizzabile per la coltivazione delle viti e per i lucernai limitando lo spazio disponibile per l'installazione di attrezzature in copertura. L'installazione di attrezzature in copertura in una zona ad alto impatto visivo è sconsigliabile. Le pompe di calore ad aria potrebbero essere utilizzate per l'alimentazione del sistema ad anello termostatico (geotermia a circuito chiuso) e potrebbero

4. Chillers ad acqua

I chillers condensati ad acqua emettono il calore estivo nell'atmosfera, eliminando la possibilità di recuperare questo calore per il condizionamento degli ambienti nei mesi invernali. La continua evaporazione dell'acqua rappresenterebbe un uso significativo dell'acqua durante la stagione di raffreddamento.

Confronto e scelta finale

La soluzione migliore è quella di utilizzare una combinazione di pompe di calore geotermiche e ad aria. Rispetto ai sistemi raffreddati ad aria, le opzioni geotermiche creano l'opportunità di immagazzinare energia termica nel terreno durante i periodi caldi, rendendo le pompe di calore una soluzione migliore.

I sistemi HVAC saranno sviluppati per il funzionamento prolungato del freecooling. Quando è richiesto il raffreddamento meccanico, le pompe di calore e i refrigeratori raffreddati ad acqua dal sistema geotermico smaltiranno il calore rimosso dall'edificio nel terreno tramite un sistema di circuiti di calore geotermici. Il circuito geotermico chiuso impegnerà 1,5 milioni di metri cubi di suolo, 21 milioni di kg, per immagazzinare il calore recuperato dai carichi di processo e dal raffreddamento estivo per riutilizzarlo per il riscaldamento invernale. Si stima che il terreno disponibile possa ospitare una capacità del sistema di 1650 kW.

Lo smaltimento del calore durante i periodi di punta sarà integrato da torri di raffreddamento ibride che consentono lo smaltimento del calore per evaporazione o conduttivo che limita l'uso dell'acqua di raffreddamento per evaporazione ai periodi in cui è assolutamente necessario.

Le pompe di calore geotermiche locali produrranno acqua di raffreddamento localmente suddivisa in zone in modo tale che ogni esposizione possa essere gestita con le temperature dell'acqua più efficienti possibili. I sistemi di controllo risponderanno alla posizione dei guadagni solari per monitorare e regolare continuamente le prestazioni del sistema.

5.3 Approvvigionamento idrico

In ragione degli importanti consumi idrici stimati e nell'ottica sempre di ridurre la quantità di approvvigionamenti esterni, per l'impianto idrico sono state considerate due possibilità. Per entrambe si ipotizza l'allacciamento alla rete pubblica come nuova fornitura e non una derivazione dalla rete esistente.

1 Approvvigionamento da rete municipale

L'impianto di adduzione acqua potabile sarà collegato alla rete Municipale. La portata di acqua prelevata dall'acquedotto sarà calcolata in accordo ai requisiti riportati all'interno della norma UNI 9182:2014. A Valle del contatore sarà previsto uno stacco per l'approvvigionamento e il riempimento della vasca antincendio previa disconnessione idraulica ed opportuno misuratore di portata. In seguito, verranno installati due serbatoi di stoccaggio dell'acqua potabile, ciascuno da 46 mc, con gruppo di supressione per l'aumento della portata dedicato, uno dedicato ai servizi igienici ed uno ai ristoranti. In accordo ai requisiti normativi, l'acqua fredda potabile verrà trattata con opportuni sistemi di addolcimento, trattamento e di condizionamento chimico conformi al D.M. n. 174 del 06/04/2004 in base all'utilizzo tecnologico. Il bilanciamento della rete acqua fredda potabile avverrà tramite riduttori di pressione agli stacchi di piano/zona.

2 Approvvigionamento da rete municipale e riutilizzo dell'acqua meteorica

L'impianto di adduzione acqua potabile sarà collegato alla rete Municipale. La portata di acqua prelevata dall'acquedotto sarà calcolata in accordo ai requisiti riportati all'interno della norma UNI 9182:2014. Per raggiungere un livello elevato di sostenibilità e ridurre il consumo di acqua per uso domestico, la rete di distribuzione idrica nei WC utilizzerà acqua piovana immagazzinata in tre vasche, ciascuna di 1200 mc. L'acqua piovana quando disponibile rappresenterà la fonte di approvvigionamento principale. Solo in caso di emergenza verrà utilizzata l'acqua potabile per la rete WC. La stessa acqua piovana immagazzinata verrà utilizzata anche per l'irrigazione delle aree verdi in copertura. Il bilanciamento della rete duale avviene tramite riduttori di pressione agli stacchi di piano/zona. Per le altre utenze l'approvvigionamento sarà garantito dalla sola rete comunale.

Confronto e scelta finale

Da un punto di vista progettuale la soluzione preferibile è la seconda, in quanto tale ipotesi garantirebbe un maggior livello di sostenibilità ambientale e riducendo lo sfruttamento della risorsa idrica potabile.

5.4 Approvvigionamento energia elettrica

Al fine di garantire la massima efficienza e continuità di servizio, aspetto fondamentale e basilare per un sistema aeroportuale, sono state esplorate le possibili connessioni alla rete di energia elettrica. Tali soluzioni spaziano tra le connessioni a reti esistenti, con minor impatti in termini di opere necessarie alla loro realizzazione, e nuove connessioni, che comportano maggiori interventi ma che garantiscono una più sicura e garantita fornitura di energia.

1. Connessione a sistemi esistenti

La soluzione di connessione a sistemi di energia esistenti prevede il collegamento alle attuali cabine in esercizio del terminale esistente.

Tale soluzione prevede l'inserimento di celle di media tensione, nelle cabine esistenti di comparto, dedicate all'alimentazione delle nuove cabine previste per il nuovo terminale e connessioni realizzate tramite linee in cavo interrato adeguatamente segnalate e protette da guasti meccanici al fine di non compromettere la continuità di servizio.

2. Connessione a nuovo punto di consegna ad anello aperto

La soluzione di connessione a nuovo punto di consegna ad anello aperto prevede la fornitura di una nuova cabina di media tensione dell'ente erogatore da cui sarà derivata la nuova connessione di comparto.

A partire dalla nuova connessione di comparto sarà realizzato, mediante linee in cavo interrato adeguatamente segnalate e protette da guasti meccanici, una connessione ad anello aperto con entra-esce di media tensione su ogni cabina. Tale configurazione di rete permette la continuità di servizio anche in caso di guasto su una linea di media tensione ma, al fine del funzionamento dei sistemi di gestione dell'anello di media, dovrà essere implementato un sistema di controllo centralizzato per l'apertura e chiusura degli interruttori di protezione.

L'unica possibilità di avere un disservizio elettrico è legata a guasto della rete di alimentazione dell'ente erogatore.

3. Connessione a due nuovi punti di consegna ad anello aperto

La soluzione di connessione a due nuovi punti di consegna ad anello aperto prevede la fornitura di due nuove cabine di media tensione dell'ente erogatore da cui saranno derivate le nuove connessioni di comparto.

A partire dalle nuove connessioni di comparto sarà realizzato, mediante linee in cavo interrate adeguatamente segnalate e protette da guasti meccanici, una connessione ad anello aperto con entra-esca di media tensione su ogni cabina. Tale configurazione di rete permette la continuità di servizio anche in caso di guasto su una linea di media tensione ma, al fine del funzionamento dei sistemi di gestione dell'anello di media, dovrà essere implementato un sistema di controllo centralizzato per l'apertura e chiusura degli interruttori di protezione.

La configurazione con doppio punto di consegna da due cabine primarie dell'ente erogatore permette, anche in caso di guasto della rete di alimentazione dell'ente erogatore, la continuità di servizio mediante la fornitura non soggetta a guasto.

Confronto e scelta finale

Necessità imprescindibile per un'infrastruttura aeroportuale è la continuità di servizio, al fine di garantire lo svolgimento delle attività e non causare disservizi per i fruitori.

Per permettere questo la soluzione "3 - Connessione a due nuovi punti di consegna ad anello aperto" risulta essere la più indicata in quanto permette una continuità di servizio anche in caso di guasto alla rete distributiva.

5.5 Collegamento Linea Telecomunicazioni

Negli impianti moderni orientati a sistemi IoT e spinti verso la massima efficienza energetica, le reti di telecomunicazione ricoprono fondamentale importanza in quanto sono le infrastrutture su cui instradare tutte le informazioni di sistemi complessi. Le ipotesi valutate spaziano tra le connessioni a reti esistenti, con minor impatti in termini di opere necessarie alla loro realizzazione ma con limitazioni in ambito di informazioni e dati instradabili, e nuove connessioni, che comportano maggiori interventi ma che garantiscono una più sicura infrastruttura orientata al futuro.

1. Connessione a sistemi esistenti

La soluzione di connessione a sistemi esistenti prevede il collegamento all'attuale punto di allaccio del terminal esistente presente nel locale centro stella.

Tale soluzione prevede l'inserimento di cassette ottiche sugli armadi esistenti, al fine di derivare la nuova linea in fibra ottica dedicata per il nuovo terminal, e connessioni realizzate tramite linee in cavo interrato adeguatamente segnalate e protette da guasti meccanici al fine di non compromettere la continuità di servizio.

Tale soluzione risulta limitante in banda dati in quanto condivisa con il terminal esistente.

2. Connessione a nuovo punto di consegna

La soluzione di connessione a nuovo punto di consegna prevede il collegamento a nuovo ingresso della rete di telecomunicazioni da strada pubblica.

Tale soluzione prevede la realizzazione di un nuovo locale per la consegna della linea dati; da tale consegna sarà derivata la connessione in fibra ottica collegata al nuovo centro stella di edificio.

Tale soluzione permette di avere la totalità della banda disponibile per il nuovo terminal.

L'unica possibilità di avere un disservizio è legata a guasto della rete di connessione dell'ente erogatore.

3. Connessione a due nuovi punti di consegna

La soluzione di connessione a due nuovi punti di consegna prevede il collegamento a due nuovi ingressi della rete di telecomunicazioni da strada pubblica.

Tale soluzione prevede la realizzazione di un nuovo locale per la consegna della linea dati ridondata; da tale consegna sarà derivata la connessione in fibra ottica collegata al nuovo centro stella di edificio.

Tale soluzione permette di avere la totalità della banda disponibile per il nuovo terminal.

La configurazione con doppio punto di consegna permette, anche in caso di guasto della rete di connessione dell'ente erogatore, la continuità di servizio mediante la fornitura non soggetta a guasto.

Confronto e scelta finale

Necessità imprescindibile per un'infrastruttura aeroportuale è la continuità di servizio, al fine di garantire lo svolgimento delle attività e non causare disservizi per i fruitori.

Per permettere questo la soluzione "3 - Connessione a due nuovi punti di consegna" risulta essere la più indicata in quanto permette una continuità di servizio anche in caso di guasto alla rete distributiva.

6 ANALISI BENEFICI / COSTI

L'analisi costi-benefici, in coerenza con le *"Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC (Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108)"*, è stata utilizzata come principale metodologia per la valutazione dell'investimento.

L'alternativa progettuale scelta in seguito alle comparazioni affrontate nei capitoli precedenti è stata sottoposto all'analisi costi / benefici.

6.1 Analisi finanziaria ed economica

La "sostenibilità economica" di un progetto può essere verificata attraverso la valutazione della capacità dell'investimento di creare valore e generare adeguata redditività, ovvero fa riferimento alla capacità del progetto di generare flussi monetari sufficienti a garantire il rimborso dei finanziamenti e, di conseguenza, un'adeguata remunerazione per i soggetti proponenti.

L'analisi della fattibilità finanziaria (analisi costi-ricavi) tende a verificare la compatibilità dei costi nella vita intera dell'opera (costi di realizzazione e costi di gestione) con le relative disponibilità di bilancio.

Le previsioni relative ai flussi di cassa devono coprire un periodo appropriato alla vita economicamente utile del progetto e ai suoi impatti di lungo termine. Per questo motivo, in coerenza con quanto indicato nell'ALLEGATO I al Regolamento Delegato (UE) n. 480/2014 della Commissione, è stato definito un'orizzontale temporale pari a 25 anni. Questo orizzontale include il tempo di esecuzione del progetto.

Per l'analisi, sono state prese in considerazioni le seguenti voci di investimento e ricavo:

Categorie	Investimenti
Costi derivanti da attività di costruzione	Opere edili civili, strutturali e facciate
	Opere MEP
	Sicurezza idraulica

	Apron
	Edifici riprotezioni
	BHS
	Towers e docks
Altri costi	Espropri Oneri per la sicurezza
	Acquisizione aree (Esproprio)
	Allacciamento pubblici servizi
	Imprevisti ed opere in economia
	Rilievi, accertamenti ed indagini
	Spese tecniche
	Spese per attività tecnico-amministrative (ENAC)
Materiali e consumo di merci, gestione, manutenzione, personale	Materiali di consumo e carburanti, acquisto merce per rivendita
	Costi per servizi (sicurezza, servizi commerciali, servizi operativi e di rampa, parcheggio, retail ...)
	Costo per personale (assicurazioni, corsi ...)
	Manutenzioni infrastrutture e impianti
	Pulizie infrastrutture e impianti
	Canoni
	Oneri diversi di gestione
Categorie	Ricavi
Ricavi da attività di trasporto aereo	Assistenze aeroportuali
	Corrispettivi imbarco passeggeri
	Corrispettivi approdo e partenza
	Corrispettivi sosta
	Corrispettivi PRM
	Tasse di imbarco e sbarco merci
	Corrispettivi di sicurezza passeggeri e bagagli
	Corrispettivi di sicurezza bagagli da stiva
	Infrastrutture centralizzate
Ricavi da attività diverse dal trasporto aereo	Ricavi da subconcessioni ed altri ricavi commerciali
	Ricavi parcheggio
	Ricavi retail
	Servizi pubblicitari
	Altri ricavi

Costi di investimento

Il quadro economico totale per la realizzazione del nuovo terminal è stimato in 232,8 M € al netto dell'IVA, sulla base degli importi stimati in sede di Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, come dimostrato nel documento progettuale specifico.

Investimenti	Costi ammissibili M €
Opere civili e Architettoniche	77,4
Involucro Miglioramento Energetico	22,5
Impiantistica Energia Rinnovabile	3,8
Impianti Speciali	7,5
Tetto Verde Termoregolazione	29,8
Raccolta e Riutilizzo Acque Meteoriche	2,5
Sicurezza Idraulica	6,2
BHS	11,2
Edifici riprotezioni	6,0
Apron	15,5
Oneri per la sicurezza	6,6
Acquisizione aree (Esproprio)	8,0
Allacciamento pubblici servizi	0,3
Imprevisti ed opere in economia	11,8
Rilievi, accertamenti ed indagini	2,3
Spese tecniche	19,9
Spese per attività tecnico-amministrative (ENAC)	1,5
Totale M €	232,8

Le stime includono tutti i costi di progettazione e quelli che saranno sostenuti durante il periodo di attuazione del progetto, oltre ai costi sostenuti per l'acquisizione del terreno. Il costo totale dell'investimento è considerato ammissibile ad esclusione dell'IVA, che potrà essere interamente recuperata, e pertanto non considerata.

Costi di esercizio e manutenzione (O&M)

Nell'analisi si è fatto uso dei seguenti costi unitari di O&M, desunti dall'analisi degli attuali costi di gestione:

Categorie	Costi totali M €
Materiali di consumo e carburanti, acquisto merce per rivendita	19,1
Costi per servizi (sicurezza, servizi commerciali, servizi operativi e di rampa, parcheggio, retail ...)	515,1
Costo per personale (assicurazioni, corsi ...)	608,5
Manutenzioni infrastrutture e impianti	106,6
Pulizie infrastrutture e impianti	36,4
Canoni	72,5
Oneri diversi di gestione	23,2
Totale M €	1.381,4

Ricavi

Le entrate del progetto derivano principalmente dalle tasse aeroportuali ed i corrispettivi per passeggero. Di seguito i dati considerati, stimati utilizzando l'attuale terminal come benchmark di riferimento:

Categorie	Ricavi totali M €
Assistenze aeroportuali	619,8
Corrispettivi imbarco passeggeri	572,2
Corrispettivi approdo e partenza	342,5
Corrispettivi sosta	22,1
Corrispettivi PRM	88,8
Tasse di imbarco e sbarco merci	0,5
Corrispettivi di sicurezza passeggeri e bagagli	92,5
Corrispettivi di sicurezza bagagli da stiva	53,0
Infrastrutture centralizzate	6,5
Ricavi da subconcessioni ed altri ricavi commerciali	370,1
Ricavi parcheggio	125,8
Ricavi retail	165,2
Servizi pubblicitari	55,5
Altri ricavi	13,8
Totale M €	2.528,3

Analisi finanziaria

L'analisi finanziaria, conformemente a quanto suggerito dalle linee guida europee e nazionali relative all'A.C.B. di grandi progetti di investimento, sono state sviluppate sulla base dei seguenti criteri:

- utilizzo dell'approccio incrementale;
- il periodo di riferimento per l'analisi include sia la fase di attuazione (2 anni) che quella di esercizio (23 anni);
- sono stati utilizzati prezzi costanti. Il tasso di sconto utilizzato per l'analisi finanziaria è pari al 6%;
- essendo interamente recuperabile ai sensi della legislazione nazionale, l'IVA non costituisce un costo ammissibile. L'analisi finanziaria è pertanto effettuata sui flussi di cassa al netto dell'IVA.

I flussi di cassa dell'analisi finanziaria sono riportati nella tabella seguente. Il progetto risulta essere generatore di entrate, ai sensi dell'articolo 61 del Regolamento (UE) 1303/2013.

La quasi totalità dei costi di investimento è coperta dal promotore. La struttura finanziaria del progetto è infatti meglio descritta di seguito:

Fonti di finanziamento	M €	% share
Finanziamento pubblico	50.0	20.9
Risorse proprie	189.3	79.1
Finanziamento totale M €	293.3	100

Il Valore attuale netto finanziario degli investimenti è positivo VAN = 186.0 M€, mentre il Tasso interno di rendimento IRR = 15%.

Flussi di cassa "Opus"	Contribuzione												Beneficio												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Flussi	69,2	69,2	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
Recavi - base line	1.250,0	1.250,0	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2
Recavi - incrementale	798,3	0,0	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7
Costi	-1.380,4	-44,1	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2
Costi OpEx - base line	-1.102,2	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1	-44,1
Costi OpEx - incrementale	-278,2	0,0	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1
Margine Operativo Comp.	1.165,6	25,1	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7
Ammortamenti Invest. Costruzione	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4	-10,4
Ammortamenti Invest. Manutenzione	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7	-7,7
Margine Operativo	8.600	25,1	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
Flusso al netto della struttura del debito	-295,5	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7
utile Post Tasse	633,5	18,2	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
Flusso di cassa operativo netto (al netto della struttura di debiti)	862,7	18,2	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9
Incremento contante	-293,3	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7	-9,7
Incrementi finanziari	-47,7	0,0	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debiti)	521,6	-7,5	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1
Flusso di cassa netto, annualizzato (al netto della struttura di debiti)	184,0	-7,1	-11,0	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
IRV	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0	184,0
IR	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
WACC	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%

Per un'ulteriore verifica della sostenibilità del progetto, si è proceduto inoltre a sviluppare un'analisi finanziaria basata sui flussi di cassa "incrementali", considerando cioè il surplus – sia di costo, sia di ricavo – generato direttamente dal nuovo terminal rispetto al caso in cui il volume di traffico (ca. 3,0 milioni pax/anno) fosse assorbito dalle attuali strutture. Come per la successiva analisi economica, non sono stati considerati imprevisti e IVA.

Si quantificano ricavi incrementali per 798,3 M € e costi incrementali per 278,2 M €, secondo i breakdown riportati nelle tabelle seguenti:

Categorie	Ricavi incrementali M €
Assistenze aeroportuali	155,50
Corrispettivi imbarco passeggeri	198,40
Corrispettivi approdo e partenza	111,20
Corrispettivi sosta	10,90
Corrispettivi PRM	30,80
Tasse di imbarco e sbarco merci	0,20
Corrispettivi di sicurezza passeggeri e bagagli	32,10
Corrispettivi di sicurezza bagagli da stiva	18,40
Infrastrutture centralizzate	2,10
Ricavi da subconcessioni ed altri ricavi commerciali	108,80
Ricavi parcheggio	45,70
Ricavi retail	69,20
Servizi pubblicitari	15,00
Totale M €	798,30

Categorie	Costi incrementali M €
Materiali di consumo e carburanti, acquisto merce per rivendita	4,00
Costi per servizi (sicurezza, servizi commerciali, servizi operativi e di rampa, parcheggio, retail ...)	132,40
Costo per personale (assicurazioni, corsi ...)	72,50
Manutenzioni infrastrutture e impianti	32,90
Pulizie infrastrutture e impianti	17,60
Canoni	16,50
Oneri diversi di gestione	2,30
Totale M €	278,20

Anche per questo scenario "incrementale" il Valore attuale netto finanziario degli investimenti è positivo VAN = 2.0 M €, mentre il Tasso interno di rendimento IRR = 6%, come dimostrato nella tabella a pagina seguente.

Flussi di cassa "Incrementale"	Esercizio																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Ricavi	M/Euro	798,3	0,0	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7
Costi	M/Euro	-798,2	0,0	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1	-34,1
Flusso di cassa netto	M/Euro	0,1	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debito)	M/Euro	499,6	0,0	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
Investimento costruzione	M/Euro	-227,5	-91,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Investimenti manutenzione	M/Euro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debito)	M/Euro	272,1	-91,0	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debito)	M/Euro	2,0	-85,8	15,1	14,3	13,5	12,7	12,0	11,3	10,7	10,1	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,1	6,7	6,3	6,0	5,6	5,3	5,0	4,7	4,5	
IRR	M/Euro	2,0																								
IRR	%	6%																								
NPV	%	6%																								

Il progetto è finanziariamente sostenibile poiché il costo di investimento sostenuto durante la fase di attuazione è coperto da finanziamenti e dai maggiori ricavi. Inoltre, il flusso di cassa netto cumulato rimane positivo durante l'intero periodo di valutazione.

Sostenibilità finanziaria	Esercizio																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Verifica della sostenibilità finanziaria del progetto																										
Finanziamento pubblico	M Euro	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Risparmi propri	M Euro	84,6	84,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ricavi	M Euro	69,2	69,2	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9	103,9
Costi fissi in euro	M Euro	188,8	188,8	103,9																						
Investimenti costruttivi	M Euro	95,7	145,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Investimenti manutentivi	M Euro	0,0	0,0	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
Costi di O&M	M Euro	-44,1	-44,1	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	-56,2	
Risparmi/lossi in euro	M Euro	439,8	-487,7	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3	-58,3
Plus di cassa netti	M Euro	49,0	1,1	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6
Plus di cassa cumulati	M Euro	49,0	50,1	95,8	141,4	187,0	232,6	278,2	323,8	369,4	415,0	460,7	506,3	551,9	597,5	643,1	688,7	734,3	779,9	825,5	871,2	916,8	962,4	1.008,0	1.053,6	1.099,2

Analisi economica

L'analisi socio-economica include i seguenti impatti:

Costi	Benefici
Costi di investimento	Maggior ricavi

Costi di O&M	Riduzione dell'impatto di inquinamento atmosferico
Costi di O&M del Terminal esistente per la continuità operativa dell'aeroporto durante il cantiere	Riduzione dell'impatto sui cambiamenti climatici
	Ricavi del Terminal esistente garantiti dalla continuità operativa dell'aeroporto durante il cantiere

Anche in questo caso, per i flussi di cassa in termini reali, è stato utilizzato un tasso di attualizzazione del 6%. Di seguito si analizzano i benefici individuati per l'analisi.

Maggior ricavi

Tra i benefici del progetto, si considera la possibilità di ampliare gli spazi commerciali con conseguente incremento dei ricavi e la possibilità di avere spazi di servizi compatibili per un incremento del numero di passeggeri. Questo incremento del numero di passeggeri è dovuto proprio grazie alla capacità del nuovo terminal di gestire un maggior afflusso di passeggeri rispetto al caso in cui il volume di traffico fosse assorbito dalle strutture esistenti. Nelle seguenti di calcolo seguenti si riportano i flussi di cassa considerati.

Riduzione dell'impatto di inquinamento atmosferico

Il nuovo Terminal si prefigura come nuovo nodo di scambio intermodale. La deviazione di parte del traffico su gomma (auto, taxi e autobus) verso i tram porterà ad una riduzione dell'impatto ambientale del sistema di mobilità. Il maggior utilizzo di tram consente infatti una riduzione del consumo di carburante e, di conseguenza, una riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. Nella presente stima non state considerate le emissioni dovute alla produzione dell'energia elettrica necessaria ad alimentare le linee tramviarie, poiché queste emissioni non si verificano nel punto di utilizzo del tram, bensì nel punto di produzione dell'energia, e dipendono dalla configurazione del sistema di approvvigionamento energetico.

La stima si basa sulle indagini di profilazione dei passeggeri dello scalo fiorentino. Sulla base di questi input è stato ipotizzato il differenziale tra il numero di utenti che raggiungeranno il terminal su gomma ed il numero di passeggeri che potrebbero utilizzare il tram. Si è proceduto in seguito a quantificare questo delta in termini di riduzione di tonnellate di CO₂ emesse.

Per il calcolo degli impatti dell'inquinamento atmosferico sono stati considerati:

- emissione di CO₂ per un'auto di medie dimensioni pari a 0,187 kgCO₂/km;
- emissione di CO₂ per un autobus pari a 0,100 kgCO₂/km;
- emissione di CO₂ per un tram pari a 0,03 kgCO₂/km;
- per ciascun mezzo un tragitto pari alla distanza centro città - aeroporto, cautelativo rispetto alla media reale degli spostamenti;
- costo unitario per tonnellata di CO₂ stimato in 87,34 Euro/t-CO₂e (Fonte: Sendeco2 - maggio 2022).

È stata pertanto calcolata una riduzione complessiva di CO₂ emessa pari a circa 4.500 t/anno, corrispondenti ad un valore monetario di circa 0,41 M€.

Riduzione dell'impatto sui cambiamenti climatici

È stata infine calcolata la riduzione di emissioni di CO₂ dell'edificio in progetto rispetto ad un edificio di riferimento valutato secondo lo standard ASHRAE 90.1-2010, unitamente al suo valore economico. Questa assunzione è stata sviluppata in maniera cautelativa considerando un edificio di riferimento comunque più performante rispetto al terminal esistente. Il calcolo dell'impatto economico delle emissioni di CO₂ è stato effettuato attraverso i seguenti passaggi:

- stima dei consumi dell'edificio di riferimento e di progetto;
- quantificazione della riduzione di CO₂ garantita dall'edificio in progetto;
- moltiplicazione della quantità totale di CO₂ compensata per il costo unitario (EURO/tonnellata).

I costi unitari adottati per tonnellata di CO₂ sono stimati in 87,34 Euro/t-CO₂e (Fonte: Sendeco2 - maggio 2022).

È stata pertanto calcolata una riduzione complessiva di emissioni di CO₂ pari a 464 t equivalenti per anno di esercizio, economicamente quantificate in 40.526 €.

La collocazione del nuovo Terminal, individuata in sede di optioneering, consente di garantire la continuità operativa del Terminal esistente durante le fasi di cantiere. Questo garantisce la possibilità di non

interrompere i flussi di cassa positivi (ricavi) e negativi (costi di O&M) generati dalla struttura esistente durante il periodo (2 anni) stimato di cantiere.

Oltre altri effetti economici elencati nella precedente tabella, il progetto del nuovo Terminal, congiuntamente alla realizzazione completa del Masterplan, può generare effetti aggiuntivi che impattano sulle dinamiche di sviluppo regionale. Si cita, per esempio, la possibilità di influenzare la crescita socio-economica del territorio fiorentino e toscano, dando maggiore impulso al settore del turismo, favorendo gli scambi commerciali e lo sviluppo di imprese locali, aumentando, in generale, l'attività della comunità. L'approccio adottato però, in coerenza con linee guida per l'analisi costi-benefici, è quello di escludere questi impatti indiretti e più ampi dalla presente analisi.

I risultati dell'analisi economica sono descritti nella pagina che segue:

Benefici / Costi	Contribuzione										Esercizio															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Benefici	947,3	69,2	69,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	
Resw. base-line	W Euro																									
W Euro	0,0																									
Netw. incrementale	W Euro	799,3	0,0	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	
Incremento in valore presente (con sistema economico standard)	W Euro	138,4	69,2	69,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Benefici - Riduzione inquinamento	W Euro	9,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Benefici - Riduzione inquinamento (da 2015)	W Euro	1,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Benefici - Riduzione inquinamento (da 2015) (da 2015)	W Euro	278,2	-4,1	-4,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	
Costi	W Euro																									
Costi O&M - base-line	W Euro	0,0																								
Costi O&M - incrementale	W Euro	-278,2	0,0	0,0	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	-12,1	
Costi O&M Terminal sistema per controllo appoggio	W Euro	-48,3	-48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Altre spese Operative Lordo	W Euro	580,8	25,1	25,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	
Ammortamenti Invest.	W Euro	-27,5			-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	
Ammortamenti Invest. (da 2015)	W Euro	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Maneg. Operativo	W Euro	323,3	25,1	25,1	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	
Maneg. Operativo (da 2015)	W Euro	-97,2	-6,9	-6,9	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	
Maneg. Operativo (da 2015) (da 2015)	W Euro	256,2	18,2	18,2	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	
Netw. Post Taxe	W Euro	483,7	18,2	18,2	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	
Flusso di cassa operativo netto (al netto della struttura di debito)	W Euro	-27,5	-91,0	-136,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Investimento costruzione	W Euro	0,0																								
Investimenti mantenibili	W Euro	0,0																								
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debito)	W Euro	-27,5	-91,0	-136,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debito) (da 2015)	W Euro	319,0	-487,7	-100,3	16,3	15,4	14,5	13,7	12,9	12,2	11,5	10,9	10,2	9,7	9,1	8,6	8,1	7,7	7,2	6,8	6,4	6,1	5,7	5,4	5,1	4,8
Flusso di cassa netto (al netto della struttura di debito) (da 2015) (da 2015)	W Euro																									
IRR	W Euro																									
IMCC	%																									
9/C	%																									

Un primo metodo di analisi utilizza l'indicatore rappresentato dal rapporto Benefici/Costi (B/C), ossia il rapporto tra il valore attuale dei benefici ed il valore attuale dei costi.

Il rapporto Benefici/Costi è ottenuto dividendo la somma dei benefici attualizzati per la somma dei costi attualizzati, per tutti gli anni di vita utile dell'opera, T:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^T \frac{B_t}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^i}}$$

in cui r è il tasso di attualizzazione ed i benefici B_t e i costi C_t all'anno t sono calcolati in termini differenziali rispetto allo scenario assunto come riferimento. Un generico progetto è economicamente conveniente se il rapporto B/C è maggiore di 1.

Un secondo metodo utilizza l'indicatore rappresentato dal Valore Attuale Netto (VAN).

Il VAN è ottenuto sommando per tutti gli anni di vita utile dell'opera, T , i valori attualizzati delle differenze tra benefici e costi:

$$VAN = \sum_{i=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^i}$$

in cui r è il tasso di attualizzazione ed i benefici B_t e i costi C_t all'anno t sono calcolati in termini differenziali rispetto allo scenario assunto come riferimento. Un generico progetto è economicamente conveniente se il suo VAN è positivo.

I risultati dell'analisi sono i seguenti:

- rapporto Benefici/Costi positivo, pari a 1,22;
- VAN positivo, pari a 39.

6.2 Valutazione del rischio

Analisi di sensibilità

Lo scopo principale dell'analisi di sensibilità è quello di stabilire quali siano le variabili "critiche" del modello. Si tratta delle variabili le cui variazioni, in positivo o in negativo, hanno l'impatto maggiore sui risultati finanziari ed economici del progetto. Le variabili "critiche" sono convenzionalmente considerate quelle per le quali una variazione assoluta dell'1% dà luogo ad una corrispondente variazione di almeno 1% nel VAN (elasticità superiore a 1).

Variabile	Elasticità del VAN
Costi di investimento: aumento costi, variazione +1%	- 04,6 %
Costi di O&M: aumento costi, variazione +1%	- 12,32,5 %
Maggior ricavi: diminuzione ricavi, variazione -1%	- 34,97,0 %.
Riduzione dell'impatto di inquinamento atmosferico: variazione -1%	- 0,41 %
Riduzione dell'impatto sui cambiamenti climatici: variazione -1%	- 0,101 %

Le variabili identificate come critiche sono rappresentate dai costi di investimento e di O&M ed una variazione dei ricavi. Per queste variabili critiche è stato calcolato il valore di rovesciamento, equivalente al valore in corrispondenza del quale il VAN diventa zero; in altre parole, si tratta dell'intervallo massimo della variazione (negativa) entro il quale il progetto rientrerebbe economicamente nei parametri di break-even.

Variabile	Valore per il quale VAN = 0
Maggior ricavi	- 16,45 %
Costi di investimento	+ 21,95 %
Costi di O&M	+ 40,6 %

Analisi qualitativa

Per individuare i principali rischi connessi alle fasi di attuazione del progetto, è stata effettuata la seguente analisi qualitativa, che riporta anche una descrizione delle strategie di prevenzione e mitigazione dei singoli rischi.

L'analisi qualitativa del rischio include i seguenti elementi:

- un elenco degli eventi avversi cui il progetto è esposto;
- una matrice di rischio per ciascun evento avverso indicante: le possibili cause di insorgenza; gli effetti negativi generati sul progetto; la classificazione dei livelli di probabilità di insorgenza e di gravità dell'impatto; il livello di rischio.
- una descrizione delle misure di mitigazione e/o prevenzione dei rischi principali, indicando chi è responsabile dell'attuazione delle misure individuate, quando queste sono considerate necessarie.

Di seguito il set di eventi avversi presi in considerazione e la relativa analisi qualitativa:

Set eventi	
Tipologia di rischio	Evento avverso
Progettazione	Inadeguatezza delle indagini e verifiche in loco Inadeguatezza della progettazione e delle stime di costo Mutamenti nel quadro normativo Modifiche dei requisiti funzionali Modifiche dei requisiti ambientali
Amministrativo	Ritardi dovuti alle procedure amministrative (autorizzazioni, pareri, ecc.) Opposizione pubblica
Acquisizione dei terreni	Problemi legati all'acquisto dei terreni
Gara d'appalto	Ritardi dovuti agli appaltatori (inosservanza delle scadenze contrattuali, ritiro, fallimento, ecc.)
Costruzione	Aumento dei costi di investimento Approvvigionamenti e Forniture Ritrovamenti archeologici Evoluzione tecnologica

Tabella 18 – Analisi qualitativa del rischio

IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI					
Descrizione del rischio	Probabilità (P)	Gravità (S)	Livello di rischio (=P*S)	Misure di prevenzione / mitigazione del rischio	Rischio residuo
Rischi di progettazione					
Inadeguatezza delle indagini e verifiche in loco	B	III	Basso	Le indagini verranno condotte parallelamente allo sviluppo della progettazione, per permettere condizione note in tutti gli ambiti disciplinari. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Inadeguatezza della progettazione e delle stime di costo	B	IV	Moderato	Per ogni fase progettuale è prevista la redazione di computi metrici estimativi per monitorare la progettazione. Il livello attuale della progettazione è coerente con i contenuti richiesti per un P.F.T.E. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Mutamenti nel quadro normativo	B	II	Basso	Il gruppo di progettazione ed i supporti specialistici attivati per tutte le fasi della progettazione saranno costantemente aggiornati e interverranno repentinamente per eventuali modifiche di adeguamento normativo. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Modifiche dei requisiti funzionali	B	II	Basso	Il programma funzionale del terminal è stato definito e concordato tra tutti gli operatori in campo in sede di P.F.T.E. Il progetto architettonico è strutturato in maniera tale da potersi adeguare ad eventuali mutamenti dei requisiti, che saranno valutati ed approfonditi nelle successive fasi progettuali. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Modifiche dei requisiti ambientali	C	III	Moderato	Eventuali requisiti indicati in sede di VIA verranno recepiti nelle successive fasi progettuali. Responsabile: Società aeroportuale.	Moderato
Taxonomy	D	II	Basso	L'edificio verrà valutato in risposta ai cambiamenti climatici. Non si prevedono variazioni impattanti sul progetto in risposta ai requisiti della normativa. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Rischi amministrativi					
Ritardi dovuti alle procedure amministrative (autorizzazioni, pareri, ecc.)	C	III	Moderato	Individuazione di tecnici incaricati di rapportarsi con gli enti e gli uffici competenti per garantire un tempestivo completamento delle procedure. Responsabile: Società aeroportuale.	Moderato
Opposizione pubblica	C	III	Moderato	La procedura di VIA è aperta alla partecipazione pubblica; tutte le decisioni di rilievo verranno rese pubbliche. Responsabile: Società aeroportuale.	Moderato
Rischi di acquisizione dei terreni					
Problemi legati all'acquisto dei terreni	B	II	Basso	I terreni necessari per la realizzazione sono stati individuati nel Piano Particellare ed è stato avviato l'iter autorizzativo. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Rischi gara d'appalto					
Ritardi dovuti agli appaltatori (inosservanza delle scadenze contrattuali, ritiro, fallimento, ecc.)	C	IV	Moderato	In sede di selezione degli operatori verranno attentamente ponderate la qualità dei criteri di aggiudicazione e le strategie di gara (il miglior prezzo offerto non sarà l'unico criterio adottato, ma verranno valutati, ad esempio, l'offerta tecnica, la	Moderato

				struttura finanziaria, le iniziate similari completate, etc.). Per il monitoraggio della gara, la stazione appaltante potrà avvalersi del supporto di tecnici e supervisor specialistici. Responsabile: Società aeroportuale.	
Rischi di costruzione					
Aumento dei costi di investimento	D	IV	Moderato	Nel biennio 2020 - 2021 si è registrato un incremento dei prezzi delle materie prime e dei materiali da costruzione, con variazioni percentuali significative per diverse lavorazioni. Il trend è ancora in crescita. Il monitoraggio dei costi durante le fasi della progettazione permetterà di intervenire per controllare i costi di investimento senza intaccare la qualità progettuale. Responsabile: Società aeroportuale.	Moderato
Difficoltà di approvvigionamenti e forniture in cantiere	D	III	Moderato	I recenti mutamenti geopolitici e l'emergenza sanitaria hanno comportato rallentamenti e difficoltà di approvvigionamento in cantiere. In sede di gara d'appalto verranno selezionati operati con adeguata struttura tecnica e finanziaria, in grado di programmare e pianificare le attività di cantiere e le forniture. Responsabile: Società aeroportuale.	Moderato
Ritrovamenti archeologici	C	II	Basso	Le indagini ed i saggi finora raccolti hanno mostrato come l'area sia interessata da presenze archeologiche. È stata pertanto prevista l'esecuzione di ulteriori saggi archeologici aventi lo scopo di individuare e perimetrare, oppure escludere, la presenza di depositi archeologici in corrispondenza delle aree di progetto. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso
Evoluzione tecnologica	B	II	Basso	Il cronoprogramma stima, per progettazione e realizzazione, tempi ragionevoli da non comportare un'evoluzione tecnologica tale da compromettere la realizzabilità stessa dell'opera. Responsabile: Società aeroportuale.	Basso

Tabella 19 – Registro dei Rischi

Scala di valutazione:

Probabilità: A. Molto improbabile; B. Improbabile; C. Tanto probabile quanto improbabile; D. Probabile; E. Molto probabile.

Gravità: I. Nessun effetto; II. Lieve; III. Moderata; IV. Critica; V. Catastrofica.

Livello di rischio: Basso, Moderato, Alto, Inaccettabile.

I risultati delle analisi di sensibilità e di rischio indicano che il livello di rischio complessivo del progetto è moderato e gli interventi di mitigazione individuati consentono di abbassare ulteriormente tale livello. I rischi residui del progetto possono essere infine considerati accettabili.

7 VALUTAZIONE EX-POST: MONITORAGGIO INDICATORI DI PRESTAZIONE

La valutazione ex-post rappresenta, ai sensi dell'articolo 2 del DPCM 3 agosto 2012, l'attività sistematica finalizzata a misurare gli impatti delle opere realizzate, allo scopo di migliorare l'efficienza del processo programmatorio e la complessiva efficacia degli investimenti.

Le attività di valutazione ex-post, in base a quanto previsto D.lgs. 228/2011 sono realizzate tenendo conto che l'obiettivo della valutazione è misurare i risultati e l'impatto dell'opera, collaudata e funzionante, nonché l'economicità della sua realizzazione e l'efficienza della sua implementazione.

Dal punto di vista metodologico, sono possibili i seguenti livelli di analisi:

- verifica della realizzazione: l'oggetto dell'analisi è il grado di conseguimento degli obiettivi di realizzazione fisica, finanziaria e procedurale;
- verifica dei risultati: deve essere esaminata l'effettiva funzionalità dell'intervento e il livello di servizio effettivamente fornito alla collettività;
- valutazione degli impatti: deve essere effettuata la comparazione tra gli impatti diretti e indiretti - riconducibili all'opera realizzata - previsti in fase di valutazione ex-ante e gli stessi impatti stimati al momento dell'analisi;
- ripetizione della valutazione ex-ante: tale attività comporta la realizzazione di una nuova analisi e la verifica dell'appropriatezza dei processi di analisi, finalizzata ad un confronto tra costi e benefici attesi e effettivamente verificatisi, al fine di una possibile revisione della metodologia di valutazione ex-ante.

Il sopracitato DPCM, inoltre, richiede che la valutazione ex-post tenga conto esplicitamente dei seguenti fattori:

- processi di selezione delle opere e completezza dei progetti, inclusa la sostenibilità gestionale dell'intervento, la stima dei benefici (valutazione ex-ante) e la presenza ex-ante dei criteri e degli indicatori su cui basare le valutazioni ex-post;
- processi di attuazione delle opere, compresi i tempi di progettazione e realizzazione, l'analisi ed evoluzione dei costi (eventuale presenza di varianti, riserve e contenziosi), l'economicità delle procedure di selezione di forniture, beni e servizi e le procedure di monitoraggio e controllo;

- completamento delle opere, effettiva entrata in funzione e conseguente gestione;
- conseguimento degli obiettivi a cui le opere sono orientate, con riferimento a realizzazione, risultati (obiettivi di servizio) ed impatti;
- procedure di monitoraggio periodico e manutenzione delle infrastrutture, con i relativi costi da porre in relazione ai livelli di servizio raggiunti.

Gli indicatori, in relazione al tipo di misura che viene applicata, possono essere classificati come segue: indicatori quantitativi (indicatori di output); indicatori qualitativi (indicatori di performance).

Gli indicatori di output indicano se l'esecuzione delle attività e azioni pianificate rientra nel piano previsto; questi indicatori forniscono un supporto nella fase di monitoraggio, ma non forniscono informazioni sull'effetto prodotto dagli output, dunque è importante monitorare sia l'implementazione delle azioni sia i cambiamenti e le modifiche che si ritengano prodotti di conseguenza: positivi o negativi, intenzionali o non intenzionali. In merito a quanto esposto, gli indicatori quantitativi, possono essere espressi in vari modi, a seconda dei dati coinvolti e del loro utilizzo; questi possono includere numeri interi, decimali, rapporti, frazioni, percentuali e valori monetari: i fattori quantitativi possono essere espressi sempre come numeri.

Gli indicatori qualitativi sono generalmente indicatori di cambiamento (outcomes), in quanto forniscono informazioni circa i cambiamenti apportati da ciò che si sta esaminando rispetto agli obiettivi da raggiungere. Mentre gli indicatori quantitativi possono essere definiti come misura della quantità, gli indicatori qualitativi si definiscono come i giudizi e le percezioni delle persone su un argomento; questi sono fattori non numerici per determinare il livello di avanzamento verso un obiettivo specifico, quindi, i dati qualitativi si basano su opinioni, o punti di vista piuttosto che su fatti o numeri concreti, infatti, vengono utilizzati per misurare cose che non hanno una costante numerica. Gli indicatori qualitativi sono espressi come dichiarazioni indipendenti o come termini relativi come per esempio "good", "better", e "best", ovvero delle informazioni in forma testuale o descrittiva, e i risultati degli stessi, solitamente, sono espressi come variazione percentuale.

Gli indicatori qualitativi, precedentemente descritti nel capitolo dedicato, richiedono pertanto una costante valutazione ex-post, come di seguito descritto.

- **Indice della percezione di sicurezza**

L'indicatore misura, attraverso un sondaggio, la percezione da parte dei passeggeri relativamente all'accuratezza ed alla professionalità con cui si svolge il servizio di controllo dei bagagli a mano, al fine di assicurare la sicurezza del viaggio.

L'elemento rilevabile quantitativamente è la percezione di sicurezza.

Il calcolo parte dall'esito dell'indagine svolta su un campione rappresentativo di passeggeri.

L'intervista ai passeggeri consta della seguente domanda: *"Rispetto a come si è svolto il servizio di controllo dei bagagli a mano con l'obiettivo di garantire la sicurezza del viaggio, lei si dichiara soddisfatto o no?"*.

Le Società di Gestione in collaborazione con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (Dipartimento navigazione e trasporto marittimo ed aereo) e l'ENAC (Servizio Studi e Programmazione), pubblicano annualmente sul loro sito internet i valori dei 54 indicatori che costituiscono la Carta dei servizi.

L'unità di misura è la variazione percentuale di passeggeri soddisfatti sul totale degli intervistati e la sua espressione matematica è:

$$R = \frac{[NP(t+n) - NP(t)]}{NP(t)} \times 100$$

L'indicatore fornisce la misura del numero di passeggeri soddisfatti in conseguenza della realizzazione delle operazioni cui l'indicatore fa riferimento, essendo:

NP = numero di passeggeri soddisfatti sul numero di intervistati;

t = periodo precedente alla realizzazione dell'operazione;

t+n = periodo successivo alla realizzazione dell'operazione.

La natura qualitativa dell'informazione, cioè desunta da un'indagine sulla percezione data dall'intervento, non consente di avere una valutazione certa dell'effetto.

– Indice della qualità del servizio

La definizione della qualità dei servizi è determinata attraverso una media ponderata di cinque indicatori presenti tra i 54 della Carta dei servizi. Gli indicatori sono i seguenti:

- disponibilità di toilette (pulizia e condizioni igieniche);
- disponibilità di spazio per i passeggeri (comfort nella permanenza in aeroporto);
- disponibilità di posti a sedere (comfort nella permanenza in aeroporto);
- efficienza sistemi di trasferimento pax - ascensori, tapis-roulant, scale mobili (comfort nella permanenza in aeroporto);
- percezione complessiva sulla regolarità dei servizi ricevuti in aeroporto (regolarità del servizio).

Le Società di Gestione in collaborazione con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (Dipartimento navigazione e trasporto marittimo ed aereo) e l'ENAC (Servizio Studi e Programmazione), pubblicano annualmente sul loro sito internet i valori dei 54 indicatori che costituiscono la Carta dei servizi.

L'unità di misura è la variazione percentuale della qualità.

Tale unità di misura è il numero sintetico della qualità.

L'espressione matematica utilizzata è:

$$R = \frac{[Q(t+n) - Q(t)]}{Q(t)} \times 100$$

L'indicatore fornisce la misura della qualità del servizio aeroportuale in conseguenza della realizzazione delle operazioni cui l'indicatore fa riferimento, essendo:

Q il numero sintetico della qualità

$$Q = 22,5*Q1 + 22,5*Q2 + 22,5*Q3 + 22,5*Q4 + 0,10*Q5$$

Q1: disponibilità toilette (pulizia e condizioni igieniche);

Q2: disponibilità di spazio per i passeggeri (comfort nella permanenza in aeroporto);

Q3: disponibilità di posti a sedere (comfort nella permanenza in aeroporto);

Q4: efficienza sistemi di trasferimento pax - ascensori, tapis-roulant, scale mobili (comfort nella permanenza in aeroporto);

Q5: percezione complessiva sulla regolarità dei servizi ricevuti in aeroporto (regolarità del servizio).

Il numero sintetico Q è costruito mediante ponderazione dei 5 fattori di qualità prescelti, in cui il peso attribuito a ciascuno è il medesimo per i primi 4 (di natura oggettiva) ed è invece inferiore (10%) al quinto, essendo quest'ultimo di natura soggettiva.

t = periodo precedente alla realizzazione dell'operazione;

t+n = periodo successivo alla realizzazione dell'operazione.

L'indicatore non consente di legare in maniera efficace la singola operazione al risultato: la qualità dei servizi di un aeroporto, dipendono da una molteplicità di fattori e non semplicemente dalla media ponderata di alcuni di essi.

– **Variazione del movimento passeggeri annuo**

L'oggetto della misurazione è il passeggero, intendendosi per tale ogni persona che compie un viaggio usando un trasporto pubblico o privato via aria. Non sono considerati passeggeri le persone impiegate presso le imprese di trasporto, siano esse pubbliche o private, come ad esempio conducenti di mezzi o piloti; il conducente di un mezzo privato viene considerato passeggero.

Mentre nella Misura III.2 viene definito il passeggero sbarcato colui che, lasciando l'aeromobile, termina il suo viaggio nell'aeroporto dichiarante, anche se successivamente questo si imbarca nuovamente su un altro volo. Un passeggero imbarcato viene definito chi salendo su un aeromobile, inizia il viaggio nell'aeroporto dichiarante, anche se precedentemente sbarcato da un altro volo in coincidenza.

ENAC inoltre definisce nell'Annuario statistico 2001 che un passeggero è colui il quale è in partenza o in arrivo da uno scalo. Un passeggero che usufruisce di un collegamento nazionale dà luogo ad una unità-passeggero in partenza nello scalo di origine e di una unità-passeggeri in arrivo in quello di destinazione, mentre in un collegamento internazionale dà luogo ad una sola unità di traffico negli scali nazionali. Ne consegue che il traffico globale registrato negli scali nazionali deriva dal numero dei passeggeri che hanno viaggiato su tratti nazionali contati due volte, sommati a quelli che hanno viaggiato su tratte internazionali contati una sola volta. L'elemento rilevabile quantitativamente è il passeggero.

Per l'infrastruttura aeroportuale si possono recuperare tutti i dati necessari per il calcolo dell'indicatore in questione dall'Annuario Statistico pubblica annualmente da ENAC (Servizio Studi e Programmazione) in collaborazione con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti – Dipartimento navigazione e trasporto marittimo ed aereo.

Lo stesso dato viene raccolto e pubblicato anche da *Assaeroporti*, l'Associazione di settore degli aeroporti italiani; le tabelle statistiche riportano, per ciascun aeroporto gestito da Società associate ad *Assaeroporti*, i dati di traffico mensile ed i totali progressivi all'ultimo mese; i dati sono forniti dalle Società di Gestione per via telematica. Tuttavia i dati pubblicati dai due enti differiscono leggermente poiché per *Assaeroporti* la definizione di "Passeggeri" è estesa anche all'Aviazione Generale.

L'unità di misura è la variazione percentuale (n. passeggeri/anno) e la sua espressione matematica è:

$$R = \frac{[NP(t+n) - NP(t)]}{NP(t)} \times 100$$

L'indicatore fornisce una misura del numero di passeggeri movimentati in conseguenza della realizzazione dell'operazione cui l'indicatore fa riferimento, essendo:

NP il numero di passeggeri;

t = periodo precedente alla realizzazione dell'operazione;

t+n = periodo successivo alla realizzazione dell'operazione.

– **Variazione del numero di destinazioni raggiungibili**

Per destinazione si intende il singolo aeroporto cui ci si collega con un volo di linea anche dove ci si trova in presenza di un sistema aeroportuale. Pare infatti più logico considerare l'unità minima piuttosto che un insieme di scali al servizio della stessa area geografica.

Il Regolamento Comunitario 473/2003/CE definisce così i Servizi aerei commerciali: *“un volo o una serie di voli per il trasporto aereo effettuato/i a titolo oneroso da un aeromobile civile a destinazione di/in provenienza da aeroporti comunitari. I servizi possono essere di linea o non di linea”*.

Si intende per servizi aerei regolari quelli che il Regolamento appena citato definisce come Servizi di linea, vale a dire servizi che presentano tutte le seguenti caratteristiche:

- i voli sono effettuati, a titolo oneroso, da aeromobili adibiti al trasporto di passeggeri, di merci e/o di posta, in modo tale che, su ogni volo, siano messi a disposizione del pubblico dei posti destinati ad essere acquistati individualmente (direttamente dal vettore aereo o tramite i suoi agenti autorizzati);
- i voli sono effettuati in modo da assicurare il collegamento tra i medesimi due o più aeroporti:
 - a) in base ad un orario pubblicato; oppure
 - b) con regolarità o frequenza tali da costituire una serie sistematica evidente.

L'elemento rilevabile quantitativamente è il numero di destinazioni raggiungibili dallo scalo con servizi aerei di linea.

La fonte di rilevazione è l'*Official Airline Guide (OAG)*, ossia la guida ufficiale delle compagnie aeree che pubblica mensilmente l'orario ufficiale di tutti i servizi aerei mondiali. Nonostante la pubblicazione mensile, si ritiene opportuno rilevare il dato semestralmente, tenendo conto dei principali cambiamenti tra la stagione estiva e la stagione invernale.

L'unità di misura è la variazione percentuale del numero di destinazioni raggiungibili e la sua espressione matematica è:

$$R = \frac{[nDest(t + n) - nDest(t)]}{nDest(t)} \times 100$$

L'indicatore fornisce il numero di destinazioni raggiungibili in conseguenza della realizzazione delle operazioni cui l'indicatore fa riferimento, essendo:

nDest = il numero di destinazioni raggiungibili;

t = periodo precedente alla realizzazione dell'operazione;

t+n = periodo successivo alla realizzazione dell'operazione.