

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE – STIMA E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Nel presente Capitolo sono stimati e valutati gli impatti ambientali derivanti dalla realizzazione del Nuovo Master Plan Aeroportuale dell'Aeroporto Intercontinentale di Malpensa.

Le analisi sono condotte rispetto l'area di sito e l'area vasta, così come definite nel precedente *Paragrafo 4.1.*

Sono stati analizzati gli impatti ambientali individuati sulla base dell'analisi delle interferenze potenziali del progetto condotta nel precedente *Paragrafo 3.8* del Quadro di Riferimento Progettuale.

Le stime e le valutazioni degli impatti sono state effettuate considerando due frontiere temporali:

- *Scenario Attuale*: che rappresenta lo stato di avvio del progetto. È caratterizzato attraverso i dati di esercizio aeroportuale dell'anno 2007;
- *Scenario Futuro (2030)*: rappresenta lo stato di completa attuazione del progetto e di entrata a regime dell'aeroporto nell'assetto definito dal nuovo Master Plan Aeroportuale.

Quando necessario, in particolare per le componenti Atmosfera, Ambiente Idrico Sotterraneo e Rumore, sono stati applicati modelli matematici per la stima degli impatti attesi a seguito della realizzazione del Nuovo Master Plan Aeroportuale dell'Aeroporto Intercontinentale di Malpensa.

Per quanto riguarda lo scenario 2015 in concomitanza con l'evento Expo 2015, si ricorda che le stime sullo sviluppo del traffico aereo fanno prevedere che il carico dell'aeroporto raggiungerà livelli analoghi a quelli registrati nel 2007, dunque analoghi a quelli considerati nella valutazione dello scenario attuale.

5.1 *ATMOSFERA*

Nei successivi paragrafi è presentato lo studio finalizzato a valutare l'impatto sulla componente atmosfera indotto dallo scalo aeroportuale di Malpensa e dalle attività ad esso correlate.

Il § 5.1.1 analizza e quantifica gli impatti attesi durante la fase in cui saranno allestiti i cantieri per la realizzazione del progetto, mentre i successivi § 5.1.2-5.1.6 descrivono, analizzano e quantificano gli impatti attesi durante la fase di esercizio dell'intero sistema aeroportuale una volta che il progetto sarà realizzato.

Per la fase di cantiere si sono tenuti in considerazione i quantitativi di terra movimentati durante la messa in opera del progetto. L'unico inquinante potenzialmente impattante per la componente atmosfera in questa fase è costituito dalle polveri.

Data la sua complessità, l'analisi della fase di esercizio è stata condotta simulando due scenari:

- *Scenario attuale*: ricostruito a partire dai dati disponibili per il 2007, considerando l'assetto attuale dell'aeroporto con due piste in esercizio;
- *Scenario futuro*: ricostruito ipotizzando le condizioni emissive al 2030, con il Nuovo Master Plan Aeroportuale a regime e tre piste operative.

Si sono presi in considerazione gli inquinanti tipicamente emessi da un aeroporto (SO_x , NO_x , PM_{10} , CO e HCNM), confrontandoli con i limiti imposti dalla normativa vigente per ciascun composto. In particolare, le concentrazioni indotte di ossidi di zolfo, ossidi di azoto, polveri sottili e monossido di carbonio sono state confrontate con i limiti imposti dal *D.M. 60/2002*, mentre quelle relative agli idrocarburi non metanici sono state confrontate con i limiti del *D.P.C.M. del 28/03/1983*.

Per le simulazioni è stata utilizzata la catena modellistica EDMS-AERMOD.

EDMS (Emission and Dispersion Modelling System), sviluppato dalla statunitense Federal Aviation Administration (FAA) in collaborazione con la United States Air Force (USAF), ricostruisce lo scenario emissivo dell'aeroporto. AERMOD, realizzato dalla statunitense Environmental Protection Agency (US-EPA), assume come dati in ingresso quelli generati da EDMS, simula la dispersione degli inquinanti in atmosfera e ne stima la concentrazione indotta al suolo.

Nel presente studio sono state considerate le emissioni generate da:

- Traffico aereo;

- Servizi aeroportuali;
- Traffico stradale;
- Centrale tecnologica;
- Depositi carburanti.

Nel successivo § 5.1.1 si fornisce una breve descrizione dei modelli adottati, mentre i paragrafi 5.1.2 e 5.1.3 sono dedicati alla caratterizzazione spaziale e meteorologica della zona dello scalo aeroportuale di Malpensa.

Il § 5.1.4 descrive la metodologia adottata nella ricostruzione dello scenario emissivo per stimare le emissioni annuali di ogni inquinante.

Il § 5.1.5 presenta i risultati della dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi, attraverso mappe di isoconcentrazione su tutto il dominio di calcolo e tramite tabelle riportanti i valori puntuali calcolati presso i recettori discreti individuati.

5.1.1.1 *Impatti durante la Fase di Cantiere*

La realizzazione del progetto prevede il ricorso a diversi cantieri in diverse fasi. Nella presente analisi si prende in considerazione il cantiere che maggiormente influenza la componente atmosfera, nell'ottica di quantificare i massimi impatti attesi nell'intero arco di realizzazione del progetto.

Il cantiere per cui si attendono gli impatti maggiori è senza dubbio quello che sarà allestito per la realizzazione della terza pista. In esso è previsto il riporto di circa 3.000.000 m³ di terra necessari al livellamento del terreno.

Su di un'area complessiva di circa 750.000 m² saranno riversati i sopracitati 3.000.000 m³ per poter ottenere una compensazione media della quota di terreno di 4 m. Il programma di intervento prevede una durata totale del cantiere di circa 24 mesi.

Gli impatti più significativi sulla matrice atmosfera durante l'allestimento di un cantiere sono quelli legati all'emissione di polveri. Essa è principalmente dovuta a:

- Polverizzazione ed abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- Trascinamento delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente (cumuli di inerti da costruzione, etc.);
- Azione meccanica su materiali incoerenti con l'utilizzo di bulldozer, escavatori, ecc.;
- Trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri.

Attraverso la metodologia descritta nel seguito è stata condotta una stima indicativa di tali impatti.

Emissioni di Polveri

La produzione di polveri deriva essenzialmente dalla movimentazione di terreno necessaria al rialzamento della quota campagna nella zona dove sorgerà la terza pista.

La stima della produzione di polveri totali legata alla suddetta attività viene effettuata attraverso l'utilizzo di opportuni fattori di emissione proposti dall'US EPA (*Environmental Protection Agency*) per le attività di cantiere.

Considerando un valore medio di peso specifico del terreno pari a 1,7 t/m³, dai volumi sopra citati si ricava una massa di materiale movimentato pari a 5.100.000 tonnellate. Nelle seguenti *Tabelle 5.1.1a,b* è valutata la stima delle emissioni totali di polveri (attività del cantiere e risospensione per l'azione erosiva del vento).

Tabella 5.1.1a *Emissioni Totali di Polveri in Cantiere*

Operazione	Fattore di Emissione [kg/t]	Quantità di Materiale [t]	Emissioni di Polveri [t]
Scarico materiale	0,02	5.100.000	102

Tabella 5.1.1b *Emissioni di Polveri Dovute alla Risospensione da Parte del Vento*

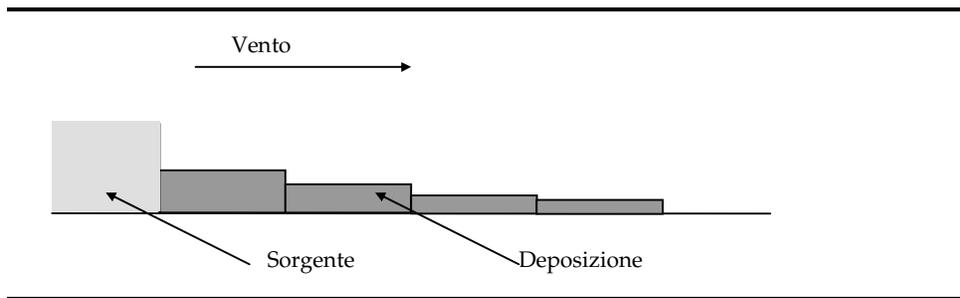
Operazione	Fattore di Emissione (t/ha*anno)	Superficie Esposta (ha)	Tempo di Esposizione (anni)	Emissioni (t)
Erosione del vento	0,85	75	2	128

Considerando quindi 24 mesi di durata delle attività di cantiere, dalle *Tabelle* sopra riportate si ricava un'emissione di polveri complessiva pari a 230 t. Ipotizzando inoltre circa 522 giorni lavorativi totali per la realizzazione del progetto, si ottiene una produzione giornaliera di PTS (polveri totali sospese) pari a circa 440 kg/giorno.

Valutazione del Rateo di Deposizione delle Polveri Presso i Ricettori

Sebbene non sia possibile effettuare una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere, possono comunque essere svolti dei calcoli parametrici volti ad individuare l'ordine di grandezza della deposizione attesa di polveri. A tal fine è stato impostato un modello di calcolo che permette di stimare la frazione di particelle che si deposita a diverse distanze dalla sorgente (*Figura 5.1.1a*).

Figura 5.1.1a *Modello di Deposizione delle Polveri*



Il modello calcola un *fattore di deposizione* sottovento alla sorgente, attraverso:

- il valore di emissione giornaliero pari a 440 kg/giorno;
- la sorgente, rappresentata mediante un flusso di polvere uniformemente distribuito su di una superficie verticale rettangolare di base 1 metro e di altezza variabile parametricamente.

Si ammette che la deposizione di polvere, sottovento alla sorgente, sia funzione della sola distanza dalla stessa e che i fenomeni di dispersione laterale delle polveri siano trascurabili.

Il metodo di stima degli impatti qui proposto fornisce una stima delle concentrazioni massime sottovento al cantiere, in condizioni meteorologiche critiche. Nei calcoli si assume che la velocità del vento sia sempre uguale a 2 m/s. Si osservi che il fattore di emissione specifico, stimato precedentemente, è indipendente dalla velocità del vento e costituisce una stima cautelativa delle situazioni medie.

Variazioni della velocità del vento possono quindi modificare la sola modalità di dispersione: velocità limitate riducono l'area impattata, ma aumentano la deposizione di polvere nelle prossimità del cantiere; la situazione inversa si determina nel caso di elevate velocità del vento.

Le emissioni complessive calcolate sono ipotizzate come distribuite su di un certo fronte lineare, ortogonale alla direzione del vento. Il fronte lineare di emissione è correlato alle dimensioni del cantiere: in questa sede si ipotizza, per semplicità di calcolo ed in maniera conservativa, che tale lunghezza di emissione sia pari alla radice quadrata della superficie del cantiere.

Riguardo al fronte di emissione occorrerebbe calcolare, in funzione della direzione del vento, la dimensione trasversale del cantiere e quindi ipotizzare una certa distribuzione delle emissioni all'interno di tale lunghezza. Poiché tale dimensione è sostanzialmente ignota, anche a causa delle diverse forme che essa assume durante le varie fasi di vita del cantiere stesso, si preferisce un approccio riproducibile in tutti i cantieri. Questo ha il vantaggio di fornire un'indicazione diretta e certa della relativa criticità di ogni singolo cantiere.

Si noti che a parità di altre condizioni, un'area minore comporta un rateo di deposizione più elevato (dovuto ad una maggiore emissione per unità di superficie).

Si ipotizza che le emissioni avvengano ad un'altezza variabile tra 0 e 5 m da terra. I livelli di deposizione delle polveri al suolo sono stimate a partire dalla loro velocità di sedimentazione gravimetrica. Cautelativamente, si ammette che le polveri non subiscano dispersione ("diluizione") in direzione ortogonale a quella del vento.

La velocità di sedimentazione dipende dalla granulometria delle particelle, che può essere nota solo con analisi di laboratorio da effettuarsi dopo che il Cantiere stesso sia già stato aperto. Le particelle di dimensione significativamente superiore ai 30 μm si depositano nelle immediate prossimità del cantiere. La fascia dei primi 100 metri attorno ad ogni cantiere è quindi valutata, in relazione alle polveri, come significativamente impattata, indipendentemente da ogni calcolo numerico.

Per il calcolo dell'impatto delle polveri a distanze superiori, si ammette (come risulta in letteratura) che nell'intervallo 1-100 μm la distribuzione dimensionale delle particelle di polvere sollevate da terra sia simile alla distribuzione dimensionale delle particelle che compongono il terreno. Nel caso in esame si può assumere la seguente composizione:

- 10% della massa in particelle con diametro equivalente inferiore a 10 μm ;
- 10% della massa con diametro equivalente compreso tra 10 e 20 μm ;
- 10% della massa con diametro equivalente compreso tra 20 e 30 μm ;
- Rimanente massa emessa con granulometria superiore, che si deposita nei primi 100 metri di distanza dal cantiere o all'interno del cantiere stesso, subito dopo l'emissione.

La velocità con cui le particelle di medie dimensioni sedimentano per l'azione della forza di gravità oscilla tra 0,6 e 3 cm/s (corrispondente a quella di corpi sferici aventi una densità di 2.000 kg/m³ e diametro di 10 e 30 μm).

Considerando le suddette velocità di deposizione, è possibile calcolare la distanza alla quale si depositano le particelle in funzione della velocità del vento e dell'altezza di emissione; tali distanze risultano (per particelle emesse a 5 metri da terra con vento a 2 m/s):

- Particelle da 10 μm : 800 metri sottovento;
- Particelle da 20 μm : 550 metri sottovento;
- Particelle da 30 μm : 300 metri sottovento.

La deposizione di polvere in fasce di distanza dal cantiere è quindi calcolata sulla base delle ipotesi precedentemente esposte, secondo le seguenti formule:

$$D_{<100m} = \text{rilevante}$$

$$D_{100-300} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{300L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{550L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{800L}$$

$$D_{300-550} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{550L} + \frac{0,10 \cdot F.E.}{800L}$$

$$D_{550-800} = \frac{0,10 \cdot F.E.}{800L}$$

dove:

- D_{xx} è la deposizione (in g/m²giorno) all'interno delle fasce di distanza indicate dal pedice "xx";
- L è la lunghezza del cantiere e viene posta uguale a 200 (metri) per i cantieri mobili e ad $A^{0,5}$, per i cantieri fissi (incluse le aree tecniche), dove A è la superficie del cantiere in m²;
- $F.E.$ è l'emissione totale di polvere (in g/giorno).

Una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere è al momento difficilmente elaborabile. In generale, l'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori riportati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico" del Ministero dell'Ambiente, che permettono di classificare un'area in base agli indici di polverosità riportati nella *Tabella 5.1.1c*.

Tabella 5.1.1c

Classi di Polverosità in Funzione del Tasso di Deposizione

Classe di Polverosità	Polvere Totale Sedimentabile (mg/m ² giorno)	Indice Polverosità
I	< 100	Praticamente Assente
II	100 – 250	Bassa
III	251 – 500	Media
IV	501 – 600	Medio – Alta
V	> 600	Elevata

Sulla base delle considerazioni e delle ipotesi fatte in precedenza, si ottengono i risultati riportati in *Tabella 5.1.1d*.

Tabella 5.1.1d

Impatto Prodotto dalle Attività di Cantiere

Tipologia	Area (m ²)	Distanza dal Cantiere (m)	Deposizione (mg/m ² giorno)	Impatto
Cantiere	3.000	< 100	Rilevante	Rilevante
		100 - 300	≈ 325	Media
		300 – 550	≈ 156	Bassa
		550 – 800	≈ 63	Praticamente Assente

Come si può osservare dai dati riportati nella precedente *Tabella*, sulla base delle ipotesi fatte, l'impatto dovuto alla deposizione di materiale aerodisperso è praticamente assente per distanze superiori ai 550 m.

Va comunque sottolineato che l'approccio adottato è assolutamente conservativo, in ragione delle seguenti considerazioni:

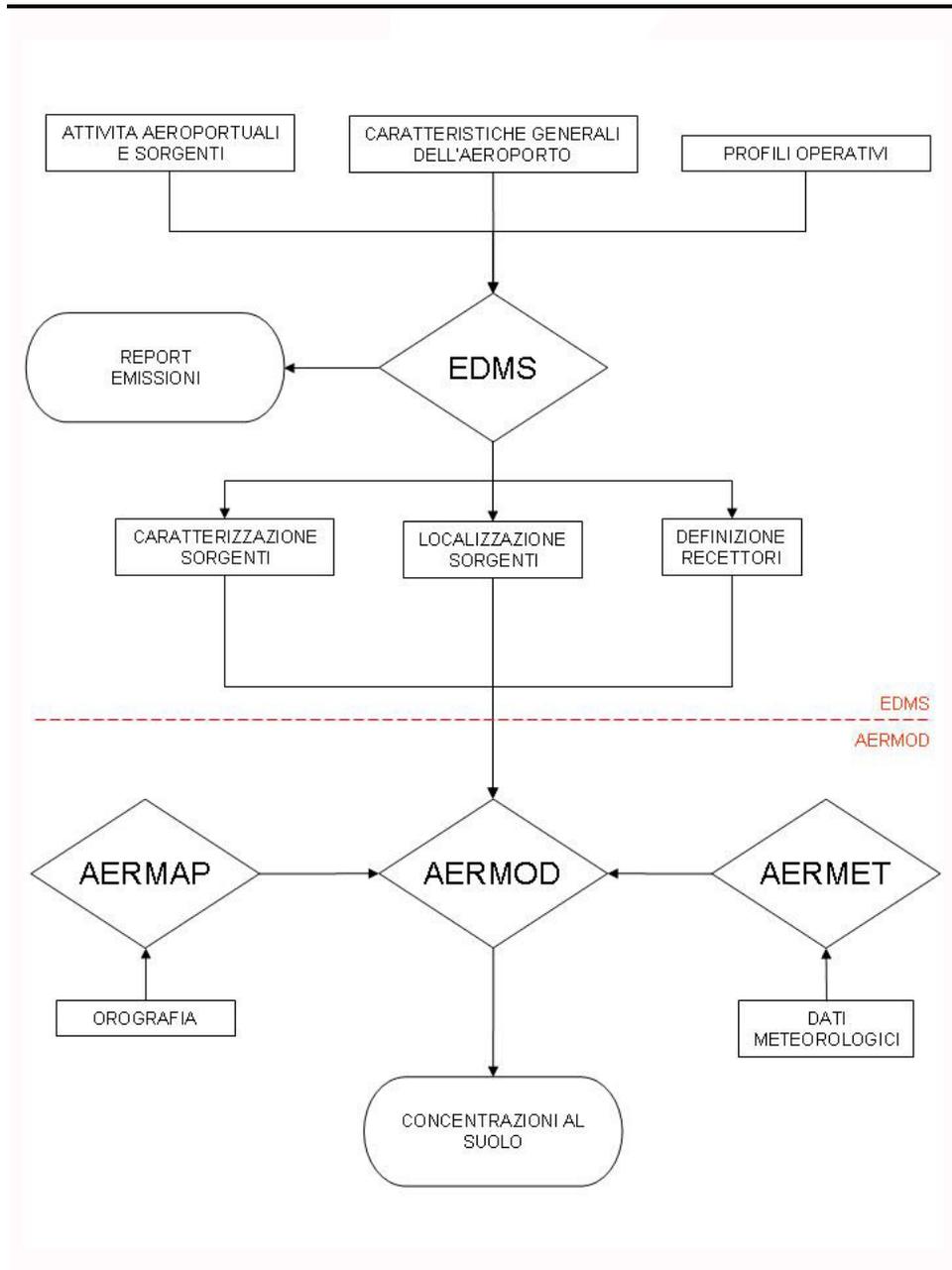
- il valore stimato rappresenta la massima deposizione che può verificarsi sottovento al cantiere e non quella media nel punto considerato;
- non si è tenuto conto delle opere di mitigazione descritte dettagliatamente al precedente §3.6.1.1.

5.1.2 *Descrizione della Catena Modellistica*

Come anticipato, la creazione dello scenario emissivo e la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera per valutare l'impatto generato dal sistema aeroportuale durante la fase di esercizio hanno richiesto l'adozione di due modelli distinti utilizzati in serie. EDMS ha quantificato le emissioni per ogni inquinante derivante dalle operazioni aeroportuali, mentre AERMOD, utilizzando la caratterizzazione meteorologica fornita dal suo preprocessore AERMET, ha calcolato la dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi e ne ha valutato le ricadute al suolo all'interno del dominio di calcolo.

La successiva *Figura 5.1.2a* rappresenta schematicamente la catena modellistica adottata.

Figura 5.1.2a Schema Generale EDMS-AERMOD



EDMS è stato sviluppato dalla statunitense Federal Aviation Administration (FAA) in collaborazione con la United States Air Force (USAF). In esso è contenuto un vastissimo database di fattori emissivi che permette la ricostruzione di uno scenario emissivo complesso come quello derivante dall'attività di un aeroporto.

In una prima fase il modello prevede la riproduzione del layout dell'aeroporto. Tale operazione consiste in una completa digitalizzazione della pianta dell'aeroporto, all'interno della quale vengono individuate le sorgenti emissive stazionarie, i gates, i parcheggi, le strade di accesso

all'aeroporto e i percorsi interni ad esso. A ciascuna sorgente sono successivamente associate le operazioni aeroportuali ad essa afferenti, ognuna delle quali comporta determinate emissioni di inquinanti in atmosfera.

Sulla base dei dati introdotti in input, EDMS provvede quindi a localizzare e definire la tipologia delle sorgenti, nonché a quantificarne le emissioni sulla base dei fattori emissivi disponibili all'interno del suo database; tutte le informazioni così ottenute sono elaborate per ottenere un output interfacciabile direttamente con il modello di dispersione AERMOD.

AERMOD è uno "*steady-state plume model*", ovvero un modello analitico stazionario a pennacchio che simula la dispersione degli inquinanti in atmosfera basandosi sull'equazione gaussiana e ne calcola la concentrazione nel dominio di calcolo in corrispondenza di recettori (definiti dall'utente) distribuiti su una griglia o discreti.

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di sorgenti emissive (puntuali, areali, volumetriche) e computa il contributo di ciascuna sorgente presente nel dominio di calcolo su ogni recettore calcolando poi la concentrazione finale sulla base della sovrapposizione degli effetti.

AERMOD ha definitivamente sostituito il suo predecessore ISC3 come modello di dispersione consigliato dall'US-EPA in data 9/12/2006 in accordo con l'"Appendix W" del medesimo ente governativo americano (http://www.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm#aermod).

Le principali caratteristiche innovative rispetto al predecessore ISC3 sono:

- la trattazione differente della dispersione degli inquinanti nello SBL (*Stable Boundary Layer*) e nel CBL (*Convective Boundary Layer*): *in condizioni stabili*, si ha una distribuzione gaussiana delle concentrazioni sia parallelamente che perpendicolarmente al suolo, mentre *in condizioni di instabilità*, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana solamente in direzione orizzontale, mentre al variare della quota le concentrazioni si distribuiscono seguendo una funzione di densità di probabilità di tipo bi-gaussiano;
- la possibilità di trattare il fenomeno detto "*plume lofting*", per il quale una porzione di massa inquinante emessa all'interno del CBL, prima di diffondersi nello strato limite, tende ad innalzarsi ed a rimanere in prossimità nel top dello strato limite;
- la possibilità di ricostruire i *profili verticali* delle variabili meteorologiche più significative (vento, temperatura, ecc.) utilizzando i dati rilevati al suolo e in quota;
- la possibilità di considerare fenomeni di deposizione e di reazione/trasformazione chimica degli inquinanti;

- la possibilità di considerare condizioni orografiche sia semplici che complesse.

Il modello si avvale dell'utilizzo di due specifici codici per elaborare i dati di input: il preprocessore meteorologico AERMET e il preprocessore orografico AERMAP.

AERMET raccoglie ed elabora i dati meteo rappresentativi della zona studiata, fornendo ad AERMOD l'input meteorologico necessario.

AERMAP raccoglie ed elabora le caratteristiche geomorfologiche del dominio di calcolo, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

5.1.3 *Dominio di Calcolo*

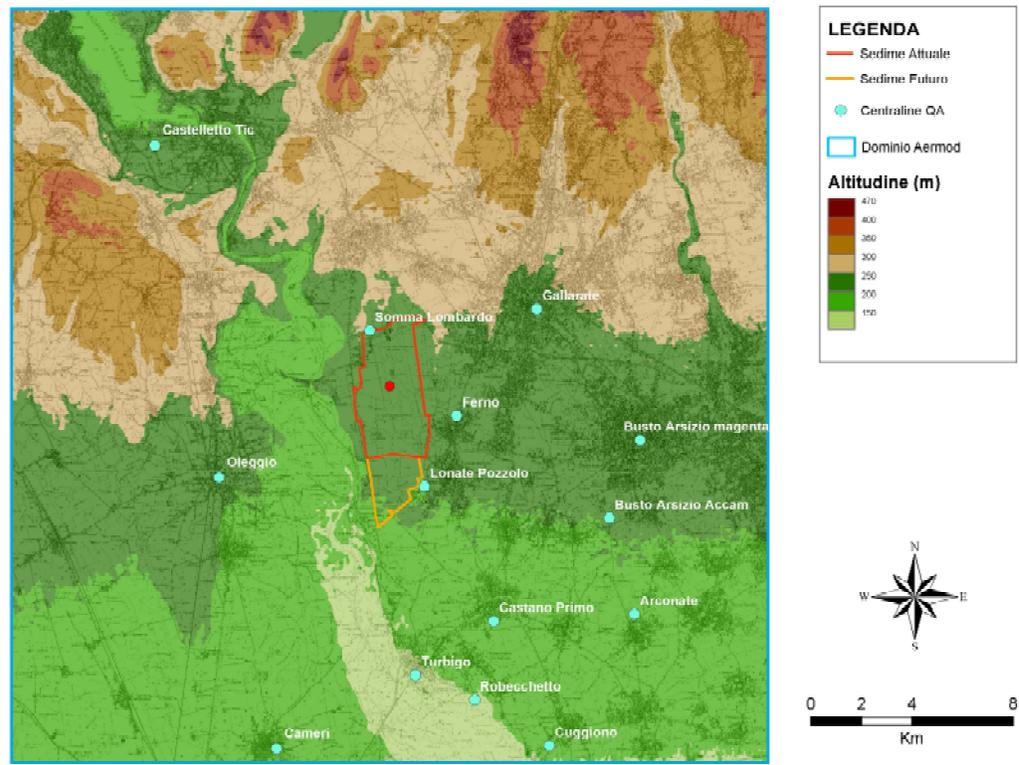
Il modello AERMOD prevede la definizione di un dominio di calcolo all'interno del quale valutare le ricadute al suolo di inquinanti.

Nel presente studio si è adottato un dominio quadrato di lato 30 km, centrato sull'ARP (Airport Reference Point) di Malpensa localizzato dalle seguenti coordinate UTM, fuso 32N, datum WGS-84:

- $X = 478.413 \text{ m}$
- $Y = 5.052.977 \text{ m}$

Il dominio di calcolo è rappresentato in *Figura 5.1.3a* insieme all'ubicazione dell'aeroporto e delle centraline di qualità dell'aria presenti, presso le quali sono state stimate le concentrazioni al suolo riportate nelle *Tabelle* del §5.1.6.

Figura 5.1.3a *Dominio di Calcolo e Centraline di Qualità dell’Aria*



Al fine di ricostruire in maniera fedele l’orografia del luogo è stato utilizzato un apposito DEM (*Digital Elevation Model*), ovvero un modello digitale del terreno; i dati altimetrici necessari per la sua implementazione sono stati ricavati dal *Consortium for Spatial Information* (<http://srtm.csi.cgiar.org/>).

5.1.4 *Dati Meteorologici*

Come già riportato nel precedente §5.1.2 il modello EDMS ricostruisce lo scenario emissivo dell’aeroporto; la dispersione degli inquinanti in atmosfera viene quindi calcolata dal modello dell’US-EPA AERMOD che utilizza come caratterizzazione meteorologica quella fornita dal suo preprocessore meteorologico AERMET.

Per la ricostruzione della meteorologia ci si è quindi affidati alla società americana Worldgeodata (<http://www.worldgeodata.com>), specializzata in studi simili, che ha fornito direttamente i file di input meteorologici per AERMOD. La ricostruzione dei profili verticali è stata eseguita basandosi sul metodo BREEZE che descrive la micrometeorologia nello strato di rimescolamento utilizzando la teoria della similarità di Monin-Obukhov.

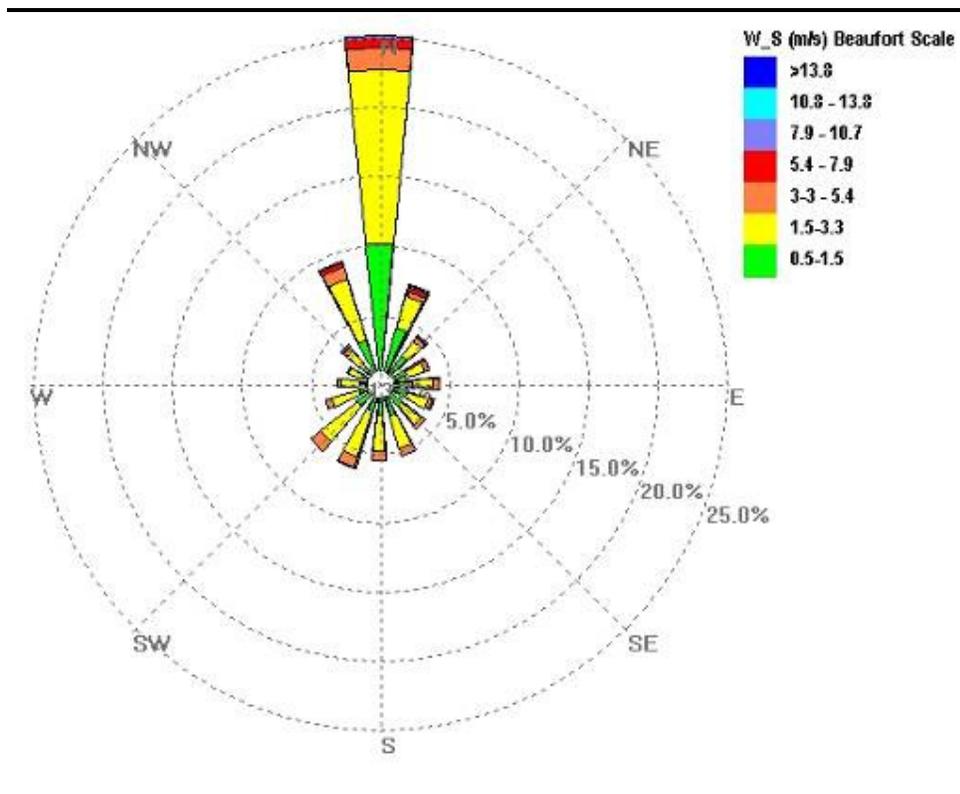
Per poter effettuare tale ricostruzione meteorologica si è partiti dalle seguenti grandezze meteorologiche misurate su base oraria per l’intero anno 2007:

- Direzione e velocità del vento;
- Temperatura atmosferica;
- Pressione atmosferica;
- Umidità relativa;
- Altezza delle nuvole;
- Indice di copertura nuvolosa.

Altezza delle nuvole e indice di copertura nuvolosa sono stati acquistati dal NCDC (National Climatic Data Center), mentre le altre grandezze necessarie sono state fornite dal *Centro Geofisico Prealpino* che gestisce la stazione meteorologica dell'aeroporto di Malpensa.

La *Figura 5.1.4a* riporta la rosa dei venti elaborata a partire dai dati anemologici misurati dalla stazione di Malpensa.

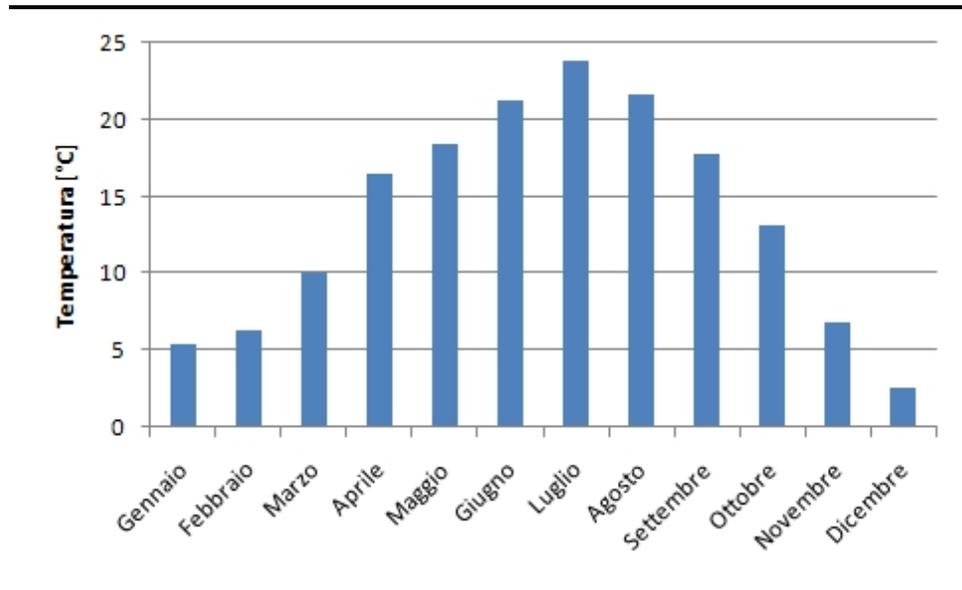
Figura 5.1.4a Rosa dei Venti a Malpensa - Anno 2007 (FONTE: Centro Geofisico Prealpino)



Il regime anemologico è caratterizzato da un 13% di calme di vento (velocità del vento minore di 0,5 m/s) o comunque da venti poco intensi; circa il 90% delle rilevazioni risulta infatti caratterizzato da velocità inferiori ai 3,3 m/s rientrando quindi nelle condizioni anemologiche tipiche della pianura padana. La direzione del vento è caratterizzata da una componente principale da Nord (25% delle osservazioni), determinata essenzialmente dal canale del Ticino.

Il regime termico rispecchia l'andamento tipico del clima continentale, caratterizzato da forti escursioni termiche annuali con estati calde ed inverni freddi. La *Figura 5.1.4b* riporta l'andamento delle temperature medie mensili per l'anno 2007 adottato nelle simulazioni.

Figura 5.1.4b Andamento Mensile della Temperatura a Malpensa - Anno 2007

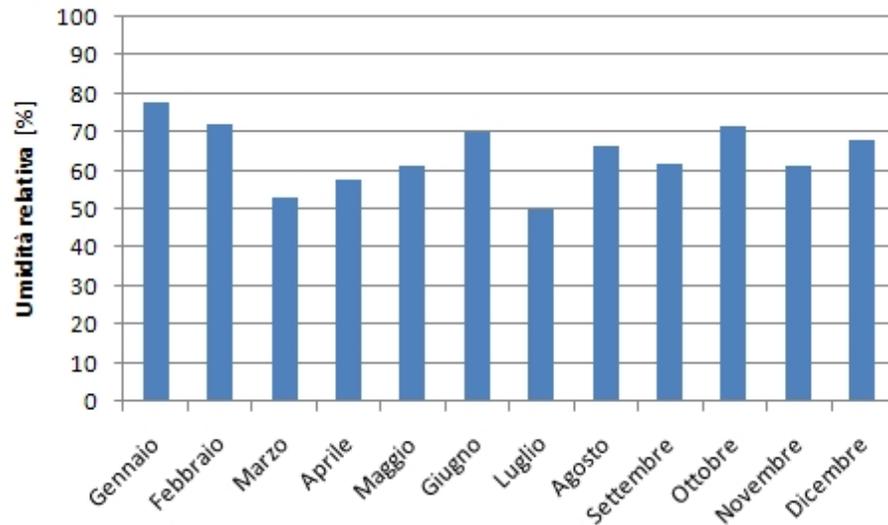


La massima temperatura media mensile si è registrata nel mese di Luglio con un valore di 24°C, mentre la minima si è verificata a Dicembre con un valore medio di 3°C.

La successiva *Figura 5.1.4c* riporta l'andamento medio mensile dell'umidità relativa, calcolato a partire dal dato misurato dalla stazione meteorologica localizzata all'interno dell'aeroporto di Malpensa.

Figura 5.1.4c

Andamento Mensile dell'Umidità Relativa a Malpensa - Anno 2007



L'umidità della zona di Malpensa risulta abbastanza costante con valori compresi fra il 50% del mese di Luglio e quasi l'80% di Gennaio.

5.1.5 Scenari Emissivi

Nel presente paragrafo si riportano le modalità seguite e le assunzioni fatte per la costruzione degli scenari emissivi, attuale e futuro, dello scalo aeroportuale di Malpensa.

Il presente Studio di Impatto Ambientale ha la finalità di valutare gli impatti indotti sulla componente atmosfera dall'attuazione del *Nuovo Master Plan di Malpensa*. Per meglio valutare l'impatto derivante dall'attività dello scalo, si è deciso di confrontare la situazione emissiva reale attuale (2007) con quella prevista quando l'aeroporto sarà a pieno regime a seguito della realizzazione del progetto. Si sono quindi condotte due differenti simulazioni rappresentative dei seguenti scenari emissivi:

- *Scenario attuale*: ricostruito a partire dai dati disponibili per il 2007, considerando l'assetto attuale dell'aeroporto con due piste in esercizio;
- *Scenario futuro*: ricostruito ipotizzando le condizioni emissive al 2030, con il Nuovo Master Plan Aeroportuale a regime e tre piste operative.

Come riportato nel precedente §5.1.2, l'implementazione del modello EDMS prevede due successive fasi: la creazione del layout dell'aeroporto e l'assegnazione delle attività correlate a ciascuna sorgente individuata.

La *Figura 5.1.5a* rappresenta la ricostruzione grafica dell'aeroporto nella sua configurazione attuale ed in quella futura. Nella *Figura* sono rappresentate tutte le aree in cui sono previste delle emissioni così come più dettagliatamente descritte nei successivi paragrafi. In particolare, in essa sono rappresentate le piste di decollo/atterraggio (*runways* per il modello - in arancione), le vie di rullaggio (*taxiways* - in blu), le aree di sosta degli aeromobili (*gate* - in verde scuro), la via di accesso all'aeroporto (*roadways* - in viola), l'area adibita allo stoccaggio dei carburanti (in verde chiaro) e l'area occupata dalla centrale tecnologica (in rosa). Si precisa che la denominazione adottata in *Figura* per le vie di rullaggio e la nuova pista nello *scenario futuro* è puramente indicativa ed ha la sola finalità di rendere comprensibile il presente studio. Attualmente non esiste ancora infatti una denominazione ufficiale per tali componenti.

Al fine di considerare tutte le sorgenti che emettono inquinanti in atmosfera attribuibili all'attività aeroportuale, si sono identificate le seguenti componenti:

- il traffico aereo;
- i servizi aeroportuali;
- il traffico stradale indotto dall'attività dell'aeroporto;
- la centrale tecnologica interna per la produzione di energia;
- il deposito carburanti.

Il traffico aereo contribuisce alle emissioni sulle *runways*, sulle *taxiways* e in corrispondenza dei *gates*, quando è previsto l'utilizzo di un APU (Auxiliary Power Unit). Il modello prevede altresì la creazione di ulteriori sorgenti rappresentative delle fasi di decollo e atterraggio. Queste sono localizzate nei punti estremi delle *runways*, a diverse quote sul piano campagna, crescenti nel caso del decollo, o decrescenti per l'atterraggio, e quindi difficilmente rappresentabili in forma grafica e pertanto non rappresentate nella precedente *Figura 5.1.5a*.

Il traffico stradale genera emissioni che vengono attribuite alle sorgenti denominate *roadways*, mentre i mezzi di supporto a terra (servizi aeroportuali), trovandosi in prossimità dei terminal, sono associati alle emissioni dei *gates*. Infine, il contributo emissivo derivante dai serbatoi di carburante e della centrale tecnologica, è stato attribuito alle specifiche sorgenti (centrale tecnologica e stoccaggio carburante) riportate nelle precedente *Figura 5.1.5a*.

Nei successivi Paragrafi è descritta la metodologia adottata per la ricostruzione dello scenario emissivo inerente ciascuna delle attività sopra esposte, nell'assetto attuale ed in quello futuro.

5.1.5.1 *Traffico Aereo*

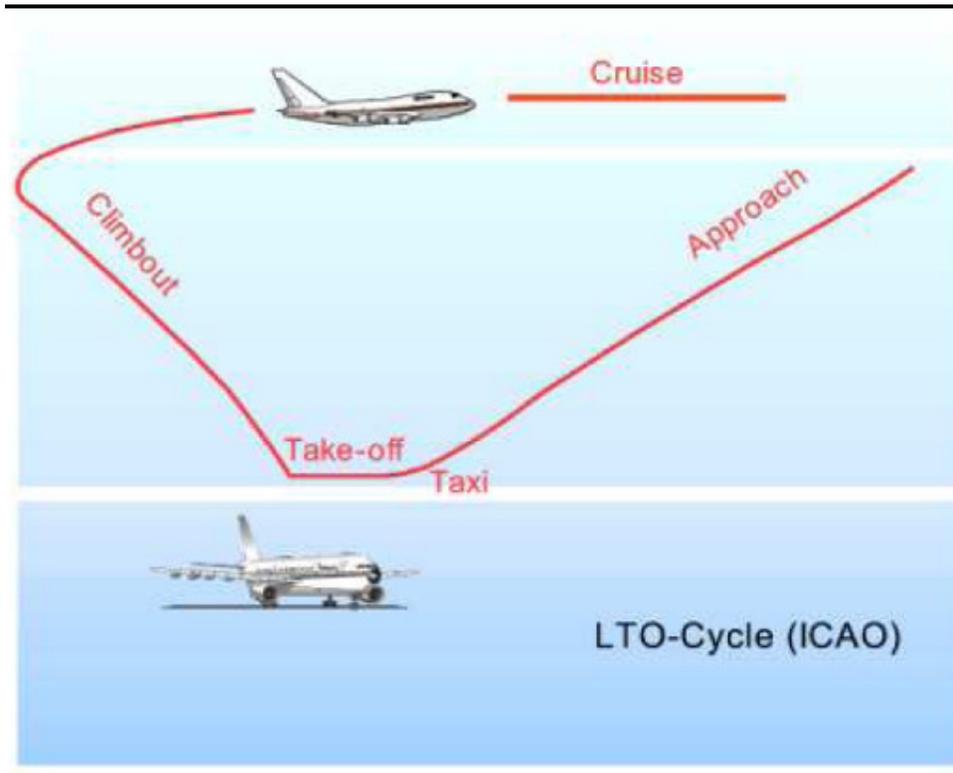
Scenario Attuale

Partendo dalla Base Dati Voli (BDV), gestita da SEA, e dalle registrazioni del radar, gestite dall'Ente Nazionale per l'Assistenza di Volo (ENAV), si sono ricostruiti tutti i movimenti avvenuti all'Aeroporto di Malpensa nel 2007. Il terminal (*gate* nel modello) di decollo o atterraggio assegnato a ciascun aeromobile si trova nella Base Dati Voli, mentre le piste di atterraggio/decollo sono riportate nel database ENAV. L'unione delle informazioni riguardanti ciascun aeromobile, identificato dalla marca, ha consentito la ricostruzione dello scenario emissivo attuale riferito al traffico aereo dell'intero 2007.

La stima delle emissioni non si basa però sul singolo movimento dell'aeromobile, ma sul numero di LTO da questo compiuti in un anno. Per LTO (Landing and TakeOff cycle) si intende il ciclo completo di movimenti di un aereo su uno scalo, ovvero la somma di quello di decollo e quello di atterraggio. Un LTO si compone di quattro fasi (vedi *Figura 5.1.5.1a*):

- *Approach/Landing*: l'atterraggio del velivolo sulla runway;
- *Taxi way*: il percorso compiuto a terra dall'aereo, dalla runway al gate e viceversa;
- *Takeoff*: il decollo dell'aeromobile;
- *Climbout*: il percorso compiuto dal velivolo in atmosfera fino a raggiungere la rotta di crociera.

Figura 5.1.5.1a Schema di un LTO Completo



Il numero di LTO annuale per ogni velivolo è stato quindi calcolato dividendo per due il numero dei movimenti complessivi.

Per ogni coppia aeromobile/terminal viene individuato il mese, il giorno della settimana e l'ora in cui sono effettuati il maggior numero di LTO (numero di LTO alla "peak hour"), attribuendo a questi un peso pari a 1. I restanti 11 mesi dell'anno, 6 giorni della settimana e 23 ore del giorno avranno di conseguenza un peso minore in proporzione al numero di LTO effettuati.

Gli LTO annuali sono quindi distribuiti dal modello all'interno delle 8760 ore dell'anno moltiplicando il loro numero alla "peak hour" per i tre pesi (mensile, giornaliero e orario) relativi a ciascuna ora.

La procedura di attribuzione dei tre pesi determina i profili operazionali (mensile, giornaliero e orario) di ogni coppia aeromobile/terminal.

Nel presente studio tali profili sono stati definiti, a partire dai dati della Base Dati Volo.

Ai fini modellistici infatti, velivoli diversi dello stesso modello di aeromobile sono stati accorpati, mantenendo tuttavia una distinzione in base al terminal assegnato per ciascun LTO. I modelli di aeromobile impiegati dalle compagnie aeree che sono transitati per Malpensa nel 2007 sono stati 98, alcuni di essi hanno fatto scalo solo al Terminal 1, altri solo al Terminal 2, la maggior parte in entrambi. Gli aeromobili contrassegnati dalla dicitura "freighter" sono stati assegnati ad un apposito terminal denominato "cargo".

L'ubicazione delle tre aree di parcheggio (*gates*) degli aeromobili (T1,T2, cargo) è mostrata nella precedente *Figura 5.1.5a*.

EDMS consente di inserire in input per ciascuna coppia formata da velivolo e area di parcheggio (T1, T2 o cargo) le percentuali di utilizzo delle piste in fase di atterraggio e decollo. Le piste presenti nell'Aeroporto di Malpensa sono due, percorribili in entrambi i sensi a seconda delle condizioni meteorologiche. Le sigle: 17L, 17R, 35L, 35R identificano pista (*runway*) e verso di percorrenza come indicato in *Figura 5.1.5a* dove sono anche indicate le vie di rullaggio (*taxiways*) maggiormente utilizzate per raggiungerle.

Il movimento a terra di un aeromobile all'interno di un LTO si divide in due fasi: il passaggio dalla pista al parcheggio dopo l'atterraggio e quello dal parcheggio alla pista prima del decollo. EDMS permette l'assegnazione delle *taxyways* per ogni coppia modello/terminal, ma non consente una distribuzione percentuale delle stesse nell'anno come visto precedentemente per le *runways*. Ai fini della modellazione si è quindi adottato il criterio di far percorrere ad ogni modello le *taxyways* che lo portano dalla pista utilizzata più di frequente in atterraggio al terminal di riferimento, e da quest'ultimo alla pista utilizzata più frequentemente in fase di decollo.

Nel capitolo "AD 2 LIMC" di AIP Italia, pubblicazione di ENAV, sono indicate le vie di rullaggio da percorrere preferenzialmente per raggiungere le quattro piste da ciascuno dei due terminal. Nelle successive *Tabelle 5.1.5.1a,b* sono riportate le vie di rullaggio preferenziali che erano indicate nel 2007, anno cui fa riferimento lo *scenario attuale* simulato. Le denominazioni utilizzate sono coerenti con quelle utilizzate nella precedente *Figura 5.1.5a*.

Tabella 5.1.5.1a Scenario Attuale - Vie di Rullaggio Preferenziali per Aeromobili in Arrivo

Area di Sosta	Pista di Atterraggio	Taxiways Preferenziali
Terminal 1	35L	EW,W
Terminal 1	35R	E,EM,EW,W
Terminal 2	35L	BA
Terminal 2	35R	E
Cargo	35L	EW,W
Cargo	35R	E,EM,EW,W

NOTA: le vie di rullaggio per gli arrivi da nord (17R e 17L) sono state integrate in quelle da sud (35L e 35R) data la loro limitata rilevanza statistica

Tabella 5.1.5.1b Scenario Attuale - Vie di Rullaggio Preferenziali per Aeromobili in Partenza

Area di Sosta	Pista di Decollo	Taxiways Preferenziali
Terminal 1	35L	K-T1,K-cargo,GW
Terminal 1	35R	K-T1,FE,C,CA
Terminal 2	35L	C-GE
Terminal 2	35R	C-CA
Cargo	35L	K-Cargo,GW
Cargo	35R	FE,C,CA

NOTA: le vie di rullaggio per le partenze da nord (17R e 17L) sono state integrate in quelle da sud (35L e 35R) data la loro limitata rilevanza statistica

Come già precedentemente indicato, l'assegnazione delle *runways* e delle *taxiways* avviene in maniera differenziata nel modello. Le piste di decollo/atterraggio sono assegnate in maniera percentuale alla coppia modello/terminal e sono di conseguenza quelle reali. Come vie di rullaggio in arrivo e partenza si sono adottate quelle maggiormente utilizzate dalla coppia modello/terminal, di fatto escludendo le piste 17R e 17L per le quali le operazioni sono trascurabili rispetto a quelle effettuate sulle piste percorse da sud verso nord.

Poiché lo stesso modello di aeromobile può alloggiare diversi motori, a seconda degli allestimenti specifici richiesti dalle varie compagnie di trasporto, è stato necessario determinare per ciascuno di essi quale fosse il motore impiegato più frequentemente. A tal fine, dove disponibile, è stato attribuito il motore montato dalla compagnia aerea che maggiormente utilizza quel modello su Malpensa, in caso contrario è stato associato il motore di default previsto da EDMS.

Un'ulteriore emissione legata agli aeromobili è data dalla presenza sugli aerei di dimensioni maggiori degli APU (Auxiliary Power Unit), generatori di energia elettrica necessaria per il condizionamento e per il funzionamento degli strumenti elettrici di bordo quando l'aeromobile è in sosta al parcheggio. Il Terminal 1 di Malpensa è dotato di impianto fisso di erogazione energia elettrica a 400 Hz per gli aeromobili (Ground Power Unit), quindi di fatto gli aeromobili in sosta presso questo parcheggio non fanno uso di APU, mentre per gli aerei che sostano al Terminal 2 o nell'area Cargo si sono considerati gli APU previsti di default dal modello per ogni tipologia di aeromobile.

Scenario Futuro

Lo scenario emissivo futuro è stato costruito sulla base dei dati di progetto e tenendo conto dell'andamento del traffico stagionale ricavato dai dati reali 2007 utilizzati per l'implementazione dello *scenario attuale*. In particolare si sono assunti i seguenti dati di progetto:

- 1.300 mov/giorno nel giorno di punta;
- 443.675 mov/anno.

Il valore di punta di 1.300 movimenti anno è l'ipotesi di progetto assunta nello studio "*L'Aeroporto di Malpensa - Analisi dello sviluppo a lungo termine degli aeroporti di Milano*" effettuato dal MITRE – Center for Advanced Aviation System Development, McLean, Virginia, U.S.A sulla componente rumore nello scenario denominato "Peak Day" che tra i due simulati dal centro americano è il più conservativo. L'unità temporale di EDMS è l'ora e non il giorno; al fine di poter utilizzare il dato di progetto i movimenti nell'ora di picco sono stati ricavati a partire dal dato di picco giornaliero associando ad

esso il profilo operativo nelle 24 ore del giorno desunto dal traffico reale 2007.

Come movimenti totali nell'anno si sono assunti quelli presentati nello studio effettuato dal Gruppo CLAS denominato "Aggiornamento delle Stime di Traffico" (Allegato 3B). Nel dettaglio i 443.675 movimenti annui complessivi utilizzati per la stima degli impatti sono la somma dei 421.219 movimenti annui di veicoli adibiti al trasporto dei passeggeri e dei 22.456 movimenti annui per i cargo previsti dal sopracitato studio.

Come già ampiamente descritto per lo scenario attuale, il modello EDMS ragiona per cicli LTO. Essi sono stati assunti come la metà dei movimenti approssimata in via conservativa all'unità per eccesso. Come input al modello si sono quindi assunti complessivamente 221.838 cicli LTO/anno di cui 210.610 associati all'utenza passeggeri e 11.228 ai cargo.

L'andamento del traffico aereo nei sette giorni della settimana e nei 12 mesi dell'anno è stato pianificato in modo da soddisfare entrambe le ipotesi progettuali. In particolare si è partiti dalla base calcolata per lo scenario attuale aumentando il traffico uniformemente sui due differenti orizzonti temporali.

I movimenti totali annuali sono stati ridistribuiti su varie tipologie di aeromobile. In particolare i movimenti del traffico passeggeri sono stati suddivisi nelle categorie di aeromobile *Regional*, *Narrow Body* e *Wide Body*, mentre tutti i cargo sono stati considerati in via conservativa *Wide Body*.

Ad ogni categoria di riferimento è stato associato un modello di aeromobile e ad esso un motore. La scelta del modello di aeromobile è stata fatta considerando quello che allo stato attuale può considerarsi il modello maggiormente rappresentativo della categoria. Si sono scelti i motori più recenti montati sui modelli di aeromobile selezionati per cui sono disponibili i fattori emissivi alla data di stesura del presente studio.

Le ipotesi assunte sono riportate nella successiva *Tabella 5.1.5.1c*.

Tabella 5.1.5.1c *Modello e Motore per Categorie di Aeromobile Considerato e Utenza*

Utenza	Categoria	Modello	Motore
Passeggeri	Regional	ATR 72-500	PW127-C,F,J
Passeggeri	Narrow Body	Airbus A320	CFM56-5B6/3
Passeggeri	Wide Body	Airbus A330	PW 4168A - Thalon II
Cargo	Wide Body	Airbus A300-F4-200	CF6-80C2A8

Si sottolinea la conservatività della scelta di adottare come rappresentativi di uno scenario al 2030 modelli di aeromobile e motori già in uso al 2007.

Come aree di parcheggio per la sosta degli aeromobili durante le fasi di carico/scarico si sono assunte quelle rappresentate in *Figura 5.1.5a*. Sono

sostanzialmente le stesse presenti nello *scenario attuale* con l'aggiunta del piazzale afferente al nuovo terminal centrale. I movimenti annuali per ciascuna categoria di aeromobile sono stati ripartiti secondo quanto riportato nella successiva *Tabella 5.1.5.1d*.

Tabella 5.1.5.1d *Distribuzione dei Cicli LTO per Categoria e Terminal*

Utenza	Categoria	Cicli T1	Cicli T2	Cicli TNew	Cicli Cargo	Totale
Passeggeri	Regional	26.580	1.254	26.580	0	54.414
Passeggeri	Narrow Body	50.222	35.153	50.222	0	135.597
Passeggeri	Wide Body	7.442	5.715	7.442	0	20.599
Cargo	Wide Body	0	0	0	11.228	11.228
Totale		84.244	42.122	84.244	11.228	221.838

La ripartizione dei movimenti passeggeri è stata condotta secondo le seguenti percentuali: 40% al piazzale antistante il *Terminal 1*, 20% al piazzale antistante il *Terminal 2* e 40% al piazzale intorno il nuovo terminal centrale. Tale scelta di fatto rispecchia la situazione attuale, nella quale circa l'80% dei movimenti afferisce al *Terminal 1* ed il 20% al *Terminal 2*, ipotizzando che a conclusione del progetto il traffico del *Terminal 1* sarà ridistribuito in parti eguali fra il *Terminal 1* stesso e il nuovo terminal centrale.

Tutti i movimenti di aeromobili adibiti al trasporto esclusivo di merci sono stati associati al piazzale denominato *Cargo* in *Figura 5.1.5a*.

Per il trasporto passeggeri, la distribuzione in base alle categorie previste per le tre categorie di aeromobile (*Regional*, *Narrow Body* e *Wide Body*) è stata ottenuta mantenendo invariate le reciproche percentuali rispetto allo *scenario attuale*.

Per l'assegnazione delle piste (*runways*) si è partiti dalla distribuzione adottata nel sopraccitato studio MITRE sulla componente rumore nello scenario denominato "Peak Day". La stessa è stata adattata alle esigenze di simulazione per la valutazione degli impatti sulla componente atmosfera. In particolare si è reso necessario:

- eliminare la distinzione fra periodo di riferimento diurno e periodo di riferimento notturno tipica della componente rumore;
- ridistribuire le percentuali fra le tre categorie di aeromobili considerati (*Regional*, *Narrow Body* e *Wide Body*) tenendo conto che, date le sue ridotte dimensioni, i *Wide Body* non possono né decollare né atterrare sulla nuova pista.

Si è conservata la denominazione delle piste attualmente esistenti, mentre alla terza pista, percorribile sia in decollo che in atterraggio solamente da Sud

verso Nord data l'orografia e la pre-esistenza di ostacoli, è stata assegnata la denominazione fittizia 35N. Le tre piste con le denominazioni utilizzate sono rappresentate in *Figura 5.1.5a*.

In *Tabella 5.1.5.1e* è riproposta la distribuzione percentuale ipotizzata dal MITRE per lo scenario "peak-day" e l'accorpamento effettuato per prendere in considerazione un unico periodo di riferimento giornaliero.

Tabella 5.1.5.1e *Percentuali Utilizzo Piste*

Pista	Periodo Diurno ⁽¹⁾		Periodo Notturno ⁽¹⁾		Periodo Giornaliero ⁽²⁾	
	Arrivi	Partenze	Arrivi	Partenze	Arrivi	Partenze
17L	-*	-*	-*	-*	-*	-*
17R	-*	-*	-*	54%	-*	2,91%
35L	20%	36%	66%	-	22,48%	34,06%
35R	44%	28%	-*	31%	41,63%	28,16%
35NEW	36%	36%	34%	15%	35,89%	34,87%

(1) Da Table 6-4 dello studio MITRE

(2) Calcolato a partire dai dati sui movimenti diurni ipotizzati dal MITRE per il peak-day

*Non sono previsti decolli/atterraggi su questa pista

Il passaggio dalle percentuali divise secondo i periodi di riferimento diurno e notturno all'unico periodo giornaliero è stato effettuato considerando i movimenti indicati nello studio MITRE durante il peak-day, vale a dire 1.230 movimenti nel periodo diurno e 70 movimenti nel periodo notturno per i complessivi 1.300 movimenti ipotizzati nel giorno critico.

La suddivisione delle percentuali di utilizzo delle piste sulle tre categorie di aeromobili utilizzati è stata effettuata assumendo l'ipotesi che l'utilizzo della pista fosse indipendente dal terminal di provenienza. La distribuzione dell'utilizzo delle piste risulta in questo modo dipendente solamente dalla categoria di aeromobile come riportato nella successiva *Tabella 5.1.5.1f*.

Tabella 5.1.5.1f *Percentuali Utilizzo Piste per Categoria di Aeromobile*

Pista	Wide Body		Regional e Narrow Body	
	Arrivi	Partenze	Arrivi	partenze
17L	-*	-*	-*	-*
17R	-*	4,46%	-*	2,65%
35L	35,06%	52,30%	20,40%	31,00%
35R	64,94%	43,24%	37,70%	25,65%
35New	-*	-*	41,90%	40,70%

*Non sono previsti decolli/atterraggi su questa pista per la Categoria Considerata

Durante un ciclo LTO un aeromobile percorre le vie di rullaggio (*taxiways*) in due differenti fasi: dalla pista al piazzale di sosta in atterraggio e dal piazzale di sosta alla pista in decollo. EDMS prevede l'inserimento di tutte le *taxyways* percorse durante un ciclo LTO per l'accoppiata aeromobile/parcheggio. Le *taxyways* sono state assegnate considerando equiprobabile qualsiasi combinazione di percorso dal *gate* alla pista sia in arrivo che in partenza. Atterraggi e decolli da nord sono stati esclusi in questa fase, data la modesta

frequenza del loro verificarsi. Le successive *Tabelle 5.1.5.1g,h* identificano le *taxiways* assegnate per ogni combinazione terminal/pista possibile in partenza o in arrivo rispettivamente.

Tabella 5.1.5.1g Scenario Futuro - Vie di Rullaggio Assegnate agli Aeromobili in Partenza

Area di Sosta	Pista di Decollo	Taxiways Assegnate
Terminal 1	35N	W-T1,W-Cargo,GN,GH,G-Out,Per 35N,Q35N
Terminal 1	35L	W-T1,W-Cargo,GW
Terminal 1	35R	W-T1,W-Cargo,GN,H-In,C-SE,CA
Terminal 2	35N	C,C-NE,C-Est,C-SE,H-Out,G-Out,Per 35N,Q35N
Terminal 2	35L	C,C-NE,C-Est,C-SE,GE
Terminal 2	35R	C,C-NE,C-Est,CA
Terminal Centrale	35N	C-Est,C-SE,H-Out,G-Out,Per 35N,Q35N
Terminal Centrale	35L	C-Est,C-SE,GE
Terminal Centrale	35R	C-Est,CA
Cargo	35N	W-Cargo,GN,GH,G-Out,Per 35N,Q35N
Cargo	35L	W-Cargo,GW
Cargo	35R	W-Cargo,GN,H-In,C-SE,CA

Tabella 5.1.5.1h Scenario Futuro - Vie di Rullaggio Assegnate agli Aeromobili in Arrivo

Area di Sosta	Pista di Atterraggio	Taxiways Assegnate
Terminal 1	35N	Exit 35N, Da 35N, Torre
Terminal 1	35L	DA,W-T1
Terminal 1	35R	E,EM,EW,W-T1
Terminal 2	35N	Exit 35N, Da 35N, Torre, W-Cargo, GN, H-In, C-SW, C West, C-NW, C
Terminal 2	35L	BA
Terminal 2	35R	E
Terminal Centrale	35N	Exit 35N, Da 35N, Torre, W-Cargo, GN, H-In
Terminal Centrale	35L	Per TN, C-NW
Terminal Centrale	35R	E, C
Cargo	35N	Exit 35N, Da 35N, Torre
Cargo	35L	DA, W-T1, W-Cargo
Cargo	35R	E, EM, EW, W-T1, W-Cargo

Gli identificativi utilizzati per le vie di rullaggio fanno riferimento alla *Figura 5.1.5a*. Essi sono arbitrari e utilizzati solo al fine della comprensione dello scenario simulato in quanto allo stato attuale non esiste ancora una denominazione ufficiale.

Alle aree di sosta degli aeromobili, oltre alle emissioni dovute ai mezzi di supporto a terra descritti nel successivo paragrafo, sono associate le emissioni direttamente riconducibili al traffico aereo degli Auxiliary Power Unit (APU). Il Nuovo Master Plan Aeroportuale prevede che al 2030 tutti gli aeromobili, quando in sosta, saranno allacciati all'impianto fisso di erogazione di energia elettrica a 400 Hz per gli aeromobili (Ground Power Unit), di fatto eliminando questa tipologia di sorgente.

5.1.5.2 *Servizi Aeroportuali*

Il modello EDMS prevede la possibilità di inserire nella modellazione una serie di mezzi di supporto a terra (Ground Support Equipment) che operano quando l'aeromobile è fermo al parcheggio. Le emissioni di tutti i GSE vengono sommate ed assegnate ad una sorgente localizzata in corrispondenza di ogni area di sosta degli aeromobili (*gate*) considerata nello studio.

Sono previste due distinte metodologie per l'inserimento dei GSE; la prima prende in considerazione il parco dei mezzi aeroportuali e le ore in cui questi sono stati utilizzati nel corso dell'anno, mentre la seconda associa un determinato tipo e numero di mezzi ad ogni modello di aeromobile assegnato ad un *gate*.

Il primo metodo è stato scartato in quanto non risulta soddisfacente ai fini della simulazione la distribuzione statistica dell'utilizzo dei mezzi nelle 8760 ore dell'anno.

Il secondo, di più difficile elaborazione, prevede per contro una descrizione più realistica delle emissioni che avvengono durante le operazioni a terra ed è quindi quello adottato.

Scenario Attuale

Come riportato in *Figura 5.1.5a*, per lo scenario attuale sono state identificate tre aree di sosta per gli aeromobili: *Terminal 1*, *Terminal 2* e *Cargo*. Come già evidenziato nel precedente § 5.1.5.1, ogni aeromobile è legato ad un'area di parcheggio, nel modello denominata *gate*. Le emissioni dei mezzi di supporto a terra legate ad una coppia aeromobile/*gate* sono state assegnate ad una sorgente emissiva posizionata nell'area di parcheggio.

Nello studio si sono utilizzati i GSE di default previsti dal modello per ogni aeromobile, con le seguenti eccezioni:

1. i trattori per il trasporto bagagli sono stati considerati a gasolio contrariamente al default del modello che prevedeva motorizzazioni a benzina;
2. i nastri per il carico dei bagagli sono stati considerati a gasolio contrariamente al default del modello che prevedeva motorizzazioni a benzina;
3. si è considerata la presenza di autobus per il trasporto dei passeggeri nel caso di aeromobili che sostano in parcheggi remoti non direttamente raggiungibili dai finger, i ponti mobili che collegano l'aeromobile con l'aerostazione;

4. non si sono considerati i mezzi per il rifornimento del carburante per gli aeromobili in sosta al *Terminal 1* e in area *Cargo* in quanto dotati di rete di distribuzione interrata, mentre per quelli al *Terminal 2*, sprovvisto di tale rete, si è considerata un'autocisterna di dimensioni variabili con le dimensioni dell'aeromobile per ogni velivolo in sosta.

Con riferimento al terzo punto si precisa che, conformemente a quanto riportato nella Base Dati Voli, per il *Terminal 1* il 70% dei voli sono serviti dai bus, mentre il restante 30% non necessita di tale servizio. Il servizio bus è necessario per quasi tutti i velivoli in sosta al *Terminal 2* e, naturalmente, per nessuno di quelli in sosta nella zona *Cargo*.

Scenario Futuro

Come riportato in *Figura 5.1.5a*, per lo scenario futuro sono state identificate quattro aree di sosta per gli aeromobili: agli esistenti *Terminal 1*, *Terminal 2* e *Cargo* si è aggiunto il piazzale di sosta antistante il nuovo terminale interpista. Come già evidenziato nel precedente § 5.1.5.1, ogni aeromobile è legato ad un'area di parcheggio, denominata *gate* nel modello. Le emissioni dei mezzi di supporto a terra legate ad una coppia aeromobile/gate sono assegnate da EDMS ad una sorgente emissiva posizionata nell'area di parcheggio.

Al 2030 si prevede che tutti i GSE saranno elettrici ad eccezione dei cargo loader che necessitano di potenze tali da non poter essere soddisfatte da questo tipo di motorizzazione.

Altri mezzi di supporto a terra che difficilmente potrebbero sfruttare un propulsore elettrico sono i mezzi per il rifornimento degli aeromobili; essi non sono stati tuttavia considerati nello *scenario futuro* in quanto la rete di rifornimento interrata che già raggiunge i piazzali antistanti il *Terminal 1* e l'area *Cargo* sarà ampliata ed arriverà a raggiungere tutti i piazzali presenti nell'aeroporto, escludendo così di fatto l'utilizzo di autocisterne.

5.1.5.3 *Traffico Stradale*

La ricostruzione dello scenario emissivo per la valutazione dell'impatto sulla componente atmosfera derivante dal traffico stradale generato dall'attività dell'aeroporto di Malpensa ha richiesto tre fasi di elaborazione:

1. stima del numero di veicoli indotti dall'attività aeroportuale;
2. adozione di adeguati fattori emissivi per tipologia di veicolo;
3. analisi dell'evoluzione del parco auto circolante.

Per la stima del numero di veicoli si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- per lo scenario attuale: “*Analisi economiche di accompagnamento all’approvazione del piano regolatore di Malpensa*” pubblicato da SEA S.p.A. – Gruppo CLAS nel Luglio 2007;
- per lo scenario futuro: “*Inquadramento progettuale delle opere stradali e ferroviarie di accesso a Malpensa: scenari e prospettive*” redatto dal Gruppo CLAS nel Novembre 2009 (Allegato 3C).

I fattori emissivi sono stati calcolati per lo *scenario attuale* a partire dalla banca dati pubblicata da APAT, oggi ISPRA, per il parco auto circolante in Italia nel 2005, ricostruita applicando il software COPERT III (<http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/fetransp>).

Per lo *scenario futuro* si sono utilizzati in via conservativa i fattori emissivi limite imposti dal *Regolamento (CE) N° 692/2008 del 18 luglio 2008* per i veicoli leggeri. Per i veicoli pesanti, non essendo individuato dal *Regolamento (CE) N° 595/2009 del 18 giugno 2009* alcun fattore emissivo limite legato alla percorrenza necessario per le simulazioni, si sono utilizzati i fattori emissivi previsti dal modello EDMS per i mezzi pesanti immatricolati nel 2007.

Il parco auto circolante subirà notevoli evoluzioni in un orizzonte temporale così lungo dovute sia alle nuove tecnologie applicate alle motorizzazioni in un’ottica di rispetto delle normative viepiù restringenti sia alle esigenze di mercato che spingono i produttori di autoveicoli alla riduzione dei consumi.

Un ulteriore cambiamento atteso è il progressivo aumento nel mercato dell’automobile della quota occupata dal segmento delle auto completamente elettriche (EV) o elettriche ibride Plug-in (PHEV).

Veicoli Indotti dall’Attività di Malpensa

Nei sopra citati studi del Gruppo CLAS sono stimati tipologia e numero di veicoli indotti sulle strade dall’attività di Malpensa divisi nelle seguenti categorie di utilizzatori:

- Passeggeri;
- Addetti;
- Merci.

Il numero di passeggeri generato dall’aerostazione nell’anno 2005 costituisce il punto di partenza per l’analisi delle dinamiche di evoluzione della domanda per questa categoria.

I dati relativi all’anno 2005¹, utilizzati per la costruzione dello scenario attuale, sono riassunti nel seguito:

(1) ¹ “*Analisi economiche di accompagnamento all’approvazione del piano regolatore di Malpensa*”, Gruppo Clas, Luglio 2007

- Numero di passeggeri (esclusi transfer): 12.900.190 passeggeri/anno;
- Veicoli generati dall'aeroporto: 26.868 veicoli/giorno;
- Veicoli indotto degli addetti: 6.476 veicoli/giorno;
- Merci movimentate: 368.976 tonnellate/anno;
- Veicoli per merci: 268 veicoli/giorno
- Totale veicoli: 33.612 veicoli/giorno.

La successiva *Tabella 5.1.5.3a* riassume i risultati delle stime relative all'evoluzione del traffico dell'aeroporto¹. Dalla stima sono esclusi i passeggeri in transito che, per definizione, non influenzano la domanda di accessibilità terrestre.

Tabella 5.1.5.3a *Previsione dell'Evoluzione del Numero di Passeggeri a Malpensa (2008-2030)*

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Passeggeri Anno (esclusi transfer)	15.384.100	17.411.665	21.639.157	24.975.142	29.312.775	32.052.017

Fonte: Gruppo CLAS

Sulla base dei numeri esposti nella precedente tabella e ipotizzando che:

- il traffico cosiddetto "accompagnato", che genera due viaggi per ciascuna operazione di carico/scarico passeggeri, è caratterizzato da un coefficiente di riempimento medio di circa 1,5 passeggeri per veicolo;
- ai viaggi verso l'aeroporto è applicato lo stesso coefficiente di riempimento, 1,5 passeggeri per veicolo;
- il mezzo pubblico stradale (autobus, navetta stazione centrale e altri servizi privati, bus agenzia, navetta hotel) ha un coefficiente di riempimento medio pari a 40 passeggeri per veicolo ed un coefficiente per il calcolo dei veicoli equivalenti pari a 2;

lo studio stima per il periodo 2008-2030 il numero di veicoli riportati nella seguente *Tabella 5.1.5.3b*.

(2)¹ "Inquadramento progettuale delle opere stradali e ferroviarie di accesso a Malpensa: scenari e prospettive", Gruppo Clas, Novembre 2009

Tabella 5.1.5.3b *Passeggeri – Stima dei Veicoli Giornalieri Generati dall’Aeroporto di Malpensa (2008-2030)*

Tipologia	Veicoli/giorno			
	2008	2015	2025	2030
Accompagnato ⁽¹⁾	15.735	22.133	28.911	31.613
Privato ⁽²⁾	12.082	16.998	21.951	24.002
Mezzo pubblico ⁽³⁾	337	347	442	483
Totale	28.155	39.478	51.304	56.098

⁽¹⁾ coefficiente di riempimento 1,5 pax/veicolo; due viaggi per movimento

⁽²⁾ coefficiente di riempimento 1,5 pax/veicolo; un viaggio per movimento

⁽³⁾ coefficiente di riempimento 40 pax/veicolo; un viaggio per movimento

Fonte: elaborazioni su dati SEA 2008 e Gruppo CLAS

Il traffico generato dagli addetti, calcolato nello studio sopra citato, considerando un coefficiente di riempimento pari a 1,2 passeggeri per veicolo, è riportato nella successiva *Tabella 5.1.5.3c*.

Tabella 5.1.5.3c *Addetti – Stima dei Veicoli Giornalieri Generati dall’Aeroporto di Malpensa (2008-2030)*

Tipologia	Veicoli/giorno			
	2008	2015	2025	2030
Privato ⁽¹⁾	6.476	9.313	14.750	16.128

⁽¹⁾ coefficiente di riempimento 1,2 pax/veicolo; un viaggi per movimento

Fonte: elaborazioni su dati SEA 2008 e Gruppo CLAS

Sempre nello stesso studio, il numero dei veicoli adibiti al trasporto delle merci è stato calcolato a partire dalle merci effettivamente movimentate nel 2008 e dalle previsioni per gli anni 2015, 2025 e 2030. In *Tabella 5.1.5.3d* sono riportate le tonnellate anno alla base dello studio.

Tabella 5.1.5.3d *Merci Movimentate dall’ Aeroporto di Malpensa (2008-2030)*

Merci	2008	2015	2025	2030
Tonnellate/anno	384.752	441.714	1.017.817	1.344.936

Fonte: elaborazioni Gruppo CLAS

Sulla base dei valori esposti nella precedente tabella e sostenendo le seguenti ipotesi:

- il parco veicoli connesso all’attività cargo è composto per il 15% da semirimorchi, per il 70% da autocarri e per il 15% da furgoni;
- il fattore di carico è pari a 12 tonnellate per i semirimorchi, 6 tonnellate per gli autocarri e 2 tonnellate per i furgoni;
- sono necessari 1,3 viaggi per ciascun carico;

si stima per Malpensa nel periodo 2008-2030 il numero di veicoli/giorno esposto nella successiva *Tabella 5.1.5.3e*.

Tabella 5.1.5.3e *Merci - Stima dei Veicoli Giornalieri Generati dall'Aeroporto di Malpensa (2008-2030)*

Tipologia	Veicoli/giorno			
	2008	2015	2025	2030
Semirimorchi	17	20	45	60
Autocarri	160	184	423	559
Furgoni	103	118	272	359
Totale veicoli	280	321	740	978

Fonte: elaborazioni Gruppo CLAS

Sulla base dei valori riportati nelle precedenti *Tabelle 5.1.5.3b, c ed e* è stato calcolato il numero di veicoli/giorno generati dall'aeroporto di Malpensa nel 2030, anno associato allo *scenario futuro*. Data la varietà dei veicoli considerati e le differenze nei fattori emissivi ad essi associati, si è deciso di mantenere una distinzione in macrocategorie. Il numero di veicoli/giorno considerati per categoria è riportato nella successiva *Tabella 5.1.5.3f*, a confronto con i valori relativi al 2005, rappresentante lo *scenario attuale*.

Tabella 5.1.5.3f *Veicoli Giornalieri Indotti Dall'Aeroporto di Malpensa*

Categoria	Veicoli/giorno	
	Scenario Attuale ⁽¹⁾	Scenario Futuro ⁽²⁾
Autovetture	33.226	71.743
Autobus	118	483
Furgoni	99	359
Mezzi Pesanti ⁽³⁾	169	619
Totale	33.612	73.204

⁽¹⁾ Associato ai dati 2005

⁽²⁾ Associato alle stime per il 2030

⁽³⁾ Comprensivo di semirimorchi e autocarri

Fattori Emissivi

Il modello EDMS, con il quale si è ricostruito lo scenario emissivo, prevede al suo interno una base dati contenente i fattori emissivi per il parco auto circolante negli Stati Uniti assai diverso da quello italiano o europeo in genere.

Per lo *scenario attuale* si sono presi in considerazione i fattori emissivi pubblicati da ISPRA per il 2005, anno più recente per il quale sono attualmente disponibili.

Per lo *scenario futuro* si sono utilizzati come fattori emissivi quelli limite imposti dalla normativa europea *EURO VI*, la più avanzata attualmente disponibile.

Il data base di ISPRA (<http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/fetransp>) riporta una suddivisione troppo dettagliata ai fini della modellazione. Sono quindi stati calcolati fattori emissivi medi, pesati in base al parco auto circolante in Italia nel 2005 (pubblicato dalla stessa ISPRA), per le categorie riportate nella precedente *Tabella 5.1.5.3f*.

La *Tabella 5.1.5.3g* riporta i fattori emissivi medi applicati nelle simulazioni eseguite per lo *scenario attuale*.

Tabella 5.1.5.3g Fattori Emissivi Scenario Attuale (FONTE: ISPRA)

Categoria	Fattori Emissivi [g*mile/veicolo]				
	SO _x	NO _x	PM ₁₀	CO	NMHC
Autovetture	0,0095*	0,99	0,07	1,35	0,52
Autobus	0,0095*	8,74	0,56	2,36	1,39
Furgoni	0,0095*	1,50	0,22	1,22	0,19
Mezzi Pesanti	0,0095*	7,33	0,63	3,17	1,50

**Il database ISPRA non prevede fattori emissivi per SO_x. Si sono adottati quelli presenti nel modello EDMS per una flotta mista*

La presenza di ossidi di zolfo nei carburanti moderni può ritenersi trascurabile tant'è che nei fattori emissivi presi in considerazione da ISPRA questo inquinante non compare. Nello studio si è assunto come fattore emissivo per questo inquinante quello del database EDMS associato ad una flotta mista sia per tipologia di veicolo che per anzianità.

Il Regolamento (CE) N° 692/2008 del 18 luglio 2008 recante "attuazione e modifica del regolamento (CE) n° 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dei veicoli passeggeri e commerciali leggeri (EUR 5 ed EUR 6) e ottenimento di informazioni per la riparazione e la manutenzione del veicolo" prevede, fra le altre, disposizioni in merito ai nuovi limiti per i fattori emissivi per il 2014. Si tratta dei limiti comunemente conosciuti sotto la denominazione "EUR 6". Essi sono riportati nel *Tabella 2* dell'Allegato XVII.

La sopracitata *Tabella* presenta limiti distinti per veicoli equipaggiati con motore ad accensione comandata (benzina) e veicoli equipaggiati con motori ad accensione spontanea (diesel). Nella simulazione le autovetture sono state considerate come equamente distribuite fra benzina e diesel, mentre la flotta di autobus e furgoni è stata completamente associata ad una motorizzazione ad accensione spontanea.

L'adozione di tali fattori emissivi limite per tutti i mezzi leggeri simulati sottende all'ipotesi accettabile che nei quindici anni che passano dal 2014, anno di entrata in vigore della normativa EUR 6, al 2030, anno a cui fa riferimento lo *scenario futuro*, vi sia un ricambio completo del parco auto circolante.

Per i veicoli pesanti a livello europeo il riferimento è il Regolamento (CE) N° 595/2009 del 18 giugno 2009 relativo all'omologazione dei veicoli a motore e dei motori riguardo alle emissioni dei veicoli pesanti (euro VI) e all'accesso alle informazioni relative alla riparazione e alla manutenzione del veicolo e che modifica il regolamento (CE) n° 715/2007 e la direttiva 2007/46/CE e che abroga le direttive 80/1269/CEE, 2005/55/CE e 2005/78/CE" che prevede, fra le altre, valori limite per i fattori di emissione. Tali limiti sono tuttavia inapplicabili alle simulazioni in quanto espressi in massa di inquinante emesso per potenza e non in massa di inquinante emesso su percorrenza come richiesto da EDMS. In via cautelativa si sono utilizzati i fattori emissivi previsti dal modello per i veicoli pesanti a gasolio più impattanti immatricolati nel 2007, anno più recente per cui i fattori emissivi sono disponibili nel data base.

La Tabella 5.1.5.3h riporta i fattori emissivi medi applicati nelle simulazioni eseguite per lo scenario futuro.

Tabella 5.1.5.3h Fattori Emissivi Scenario Futuro (FONTE: Regolamento (CE) N° 595/2009)

Categoria	Fattori Emissivi [g*mile/veicolo]				
	SO _x	NO _x	PM ₁₀	CO	NMHC
Autovetture	0,0095**	0,1129	0,0073	1,2097	0,0548
Autobus	0,0095**	0,1290	0,0073	0,8065	-
Furgoni	0,0095**	0,2016	0,0073	1,1935	-
Mezzi Pesanti*	0,0095**	2,8335	0,0636	0,206	0,2463

*La normativa vigente non prevede limiti per i fattori emissivi in base alla percorrenza; si sono utilizzati i fattori emissivi più conservativi di EDMS per i mezzi pesanti immatricolati nel 2007
 **La normativa vigente non prevede limiti per SO_x; si sono adottati in via conservativa gli stessi fattori emissivi utilizzati nello scenario attuale

La presenza di ossidi di zolfo nei carburanti moderni può ritenersi trascurabile tant'è che nei fattori emissivi limite imposti dalla normativa EURO 6 questo inquinante non compare. Nello studio si è assunto come fattore emissivo per questo inquinante quello del database EDMS associato ad una flotta mista sia per tipologia di veicolo che per anzianità.

Si sottolinea che la scelta di utilizzare i limiti imposti dalla normativa vigente a partire dal 2014 è conservativa per i seguenti motivi:

- la normativa è in continua evoluzione e, al 2030, presumibilmente i limiti saranno inferiori;
- tutti i mezzi considerati emettono esattamente al limite di legge, massimo valore ammissibile.

Per quanto riguarda gli SO_x né il database ISPRA adottato per la ricostruzione dello scenario attuale né la normativa europea usata come riferimento nella ricostruzione dello scenario futuro riportano fattori emissivi. Si sottolinea la conservatività di associare sia per lo scenario attuale che per lo scenario futuro l'emissione proposta per il parco circolante medio nel 2007.

Evoluzione del Parco Auto Circolante

Il presente studio considera un orizzonte temporale di 25 anni in un'epoca in cui sempre maggior attenzione viene riposta negli impatti generati sull'ambiente dal trasporto su strada.

Le recenti normative EUR 5 ed EUR 6 richiamate nel precedente paragrafo impongono limiti sempre più stringenti per le autovetture a combustione alimentate a benzina o gasolio.

Le case automobilistiche stanno sviluppando nuove tecnologie di propulsione meno impattanti per l'ambiente, che si affiancheranno alle due motorizzazioni classiche sopra citate. Fra queste quelle ad un più elevato livello di sviluppo sono sicuramente quelle che prevedono l'utilizzo di un motore elettrico per la trazione. Attualmente nel parco auto circolante è già presente una percentuale sia pur trascurabile di auto elettriche e la previsione di diversi studi indica un progressivo incremento della quota di mercato occupata da questo segmento.

Uno studio condotto dall'università di Berkeley, California, dal titolo "*Electric vehicles in the United States a new model with forecast to 2030*" del 24/08/2009 stima la percentuale di vendita e la composizione del parco auto circolante basandosi su tre scenari economici, differenziati per prezzo del petrolio e per la presenza di eventuali sussidi. Gli scenari più ottimistici per il mercato della propulsione elettrica prevedono per il 2030 una quota di mercato vicina al 90% con una corrispettiva quota del 46% del parco auto circolante. Lo scenario più pessimistico indica il 64% per la quota di mercato e il 24% come quota sul parco auto circolante per i veicoli elettrici.

Il dato del 24% come parco auto circolante nel 2030 è in linea anche con uno scenario medio fra quelli indicati nello studio "*Investigation into the Scope for the Transport Sector to Switch to Electric Vehicles and Plugin Hybrid Vehicles*" pubblicato nell'ottobre 2008 dal dipartimento dei trasporti Regno Unito.

Nello studio si è quindi assunto per lo *scenario futuro* che il 24% delle autovetture considerate sia dotato di motore elettrico mentre il restante 76% sia equamente ripartito fra motori ad accensione comandata (benzina) e motori ad accensione spontanea (diesel). Furgoni, autobus e mezzi pesanti sono stati conservativamente assunti tutti a motorizzazione diesel.

Per lo *scenario attuale* si è considerato il parco auto circolante in Italia nel 2005 secondo quanto indicato nei dati ufficiali ISPRA.

5.1.5.4 Centrale Tecnologica

Scenario Attuale

La *Centrale Tecnologica* dell'Aeroporto di Malpensa è composta da tre unità produttive turbogas (TGA, TGB, TGC) ed una caldaia ausiliaria. L'assetto operativo simulato nella scenario attuale prevede tre punti di emissione:

- E4: camino del generatore di vapore a recupero che lavora in ciclo combinato con le due turbine a gas TGA e TGB;
- E3: camino del generatore di vapore a recupero a valle del TGC;
- E8: camino della caldaia ausiliaria.

Attualmente la *Centrale* è autorizzata, dal *Decreto Regione Lombardia n.3698 del 13/04/2007, che rilascia l'Autorizzazione Integrata Ambientale* all'impianto, ad emettere fumi in atmosfera con concentrazioni di NO_x massime pari a 80 mg/Nm³ (valore medio orario, fumi anidri al 15% O₂), per quanto riguarda i turbogas, e pari a 200 mg/Nm³ (valore medio orario, fumi anidri al 3% O₂) per quanto riguarda la caldaia.

Lo stesso decreto autorizza le emissioni di monossido di carbonio con concentrazioni nei fumi pari a 60 mg/Nm³ (valore medio orario, fumi anidri al 15% O₂) per quanto riguarda i turbogas e pari a 100 mg/Nm³ (valore medio orario, fumi anidri al 3% O₂) per quanto riguarda la caldaia.

In via conservativa, le emissioni della *Centrale* sono state considerate costanti per tutte le 8.760 ore del 2007 (anno di simulazione).

Nella *Tabella 5.1.5.4a* sono riportati l'ubicazione e le caratteristiche emissive dei camini della *Centrale Tecnologica*.

Tabella 5.1.5.4a Scenario Attuale - Sorgenti Emissive

Sorgente	X UTM [m]	Y UTM [m]	Altezza Camino [m]	Diametro [m]	Temperatura fumi [°C]	Velocità fumi [m/s]
E4	477.967	5.051.677	25	2,5	120	13,86
E3	477.975	5.051.636	25	2,5	120	20,37
E8	477.979	5.051.614	25	1,3	176	9,11

Sorgente	Portata [Nm ³ /h]	Conc. NO _x [mg/Nm ³]	Conc. CO [mg/Nm ³]	Portata NO _x [g/s]	Portata CO [g/s]
E4	170.000 ⁽¹⁾	80 ⁽¹⁾	60 ⁽¹⁾	3,78	2,83
E3	250.000 ⁽¹⁾	80 ⁽¹⁾	60 ⁽¹⁾	5,56	4,17
E8	23.551 ⁽²⁾	200 ⁽²⁾	100 ⁽²⁾	1,31	0,65

⁽¹⁾ Fumi Secchi al 15% di O₂
⁽²⁾ Fumi Secchi al 3% di O₂

Scenario Futuro

La modifica dell'impianto consiste nella sostituzione delle due turbine a gas TGA e TGB, di vecchia generazione, con una nuova turbina a gas TGD di derivazione aeronautica che garantisce migliori prestazioni in termini di emissioni, potenzialità e consumi di combustibile e al completamento del sistema di recupero termico dallo spillamento della turbina oggi utilizzata solo a condensazione.

L'iniziativa si inserisce in un contesto produttivo asservito alle richieste energetiche dell'aeroporto con l'obbligo di mantenere un elevato grado di affidabilità, sicurezza ed economicità dell'impianto. Una particolare attenzione viene rivolta ai problemi ambientali in particolare al contenimento delle emissioni di NO_x, CO.

Sebbene le emissioni reali di NO_x diminuiscano notevolmente con la sostituzione dei due vecchi gruppi turbogas TGA e TGB con la nuova turbina TGD, le concentrazioni nei fumi autorizzate rimangono invariate non evidenziando quindi formalmente questo aspetto.

I dati progettuali infatti evidenziano il miglioramento tecnologico dato dall'adozione della nuova turbina a gas. Essa infatti garantisce concentrazioni nei fumi pari a 50 mg/Sm³ per gli NO_x e 35 mg/Sm³ per il CO a fronte di una concentrazione nei fumi per le due turbine dell'assetto attuale pari a 75 mg/Sm³ per gli NO_x e 80 mg/Sm³ per il CO. Le emissioni reali risultano quindi pari a 210 t/a per gli NO_x e 168 t/a per il CO nell'assetto attuale contro le 110 t/a di NO_x e le 77 t/a di CO nell'assetto futuro con un evidente beneficio ambientale.

In via conservativa nelle simulazioni effettuate si sono tuttavia considerate le emissioni derivate dalle massime concentrazioni nei fumi autorizzate. Come per lo *scenario attuale* si sono considerate costanti le emissioni per tutte le 8.760 ore dell'anno.

Nella *Tabella 5.1.5.4b* sono riportati l'ubicazione e le caratteristiche emissive dei camini della *Centrale Tecnologica*.

Tabella 5.1.5.4b Scenario Futuro - Sorgenti Emissive

Sorgente	X UTM [m]	Y UTM [m]	Altezza Camino [m]	Diametro [m]	Temperatura fumi [°C]	Velocità fumi [m/s]
E4	477.967	5.051.677	25	2,5	120	20,37
E3	477.975	5.051.636	25	2,5	120	20,37
E8	477.979	5.051.614	25	1,3	176	9,11

Sorgente	Portata [Nm ³ /h]	Conc. NO _x [mg/Nm ³]	Conc. CO [mg/Nm ³]	Portata NO _x [g/s]	Portata CO [g/s]
E4	250.000 ⁽¹⁾	80 ⁽¹⁾	60 ⁽¹⁾	5,56	4,17
E3	250.000 ⁽¹⁾	80 ⁽¹⁾	60 ⁽¹⁾	5,56	4,17
E8	23.551 ⁽²⁾	200 ⁽²⁾	100 ⁽²⁾	1,31	0,65

⁽¹⁾ Fumi Secchi al 15% di O₂
⁽²⁾ Fumi Secchi al 3% di O₂

Rispetto allo *scenario attuale* l'unico dato modificato è quello riguardante la portata dei fumi convogliati al camino E4. Nello *scenario attuale* infatti a questo camino convogliavano i fumi delle due turbine TGA e TGB dopo il passaggio attraverso il GVR2, situazione impiantistica che permette una portata di 170.000 Nm³/h. Nella configurazione adottata per lo scenario futuro che prevede il convogliamento dei fumi del nuovo TGD al camino E4 dopo il recupero nel GVR2, la portata massima aumenta a 250.000 Nm³/h.

5.1.5.5 Deposito Carburanti

Scenario Attuale

Come mostrato nella precedente *Figura 5.1.5a*, il deposito carburanti di Malpensa è localizzato nell'angolo nordorientale del sedime aeroportuale.

Il combustibile stoccato è kerosene denominato *JET A1*. Nella configurazione *attuale* sono presenti 4 serbatoi della capacità di 5000 m³ e uno da 7.500 m³. EDMS prevede come dati di input per la stima delle emissioni la definizione di alcuni parametri geometrici delle sorgenti e l'indicazione del carburante complessivamente movimentato nell'anno. Per le simulazioni relative allo scenario attuale si è utilizzato il dato reale del 2007, in cui il carburante movimentato è stato pari a 1.590.000 m³. Il quantitativo totale è stato distribuito proporzionalmente alla capacità di ciascun serbatoio. La *Tabella 5.1.5.5a* mostra la ripartizione del combustibile insieme alle caratteristiche geometriche dei serbatoi.

Tabella 5.1.5.5a *Caratteristiche Serbatoi per lo Stoccaggio del Carburante e Carburante Movimentato nel 2007*

Denominazione	Numero	Capacità [m ³]	Altezza [m]	Carburante Movimentato 2007* [m ³]
Tipo A	5	5.000	11	244.615
Tipo B	1	7.000	11	366.923

* Per ogni serbatoio considerato

Tali quantitativi sono stati inseriti nel modello utilizzando l'apposito modulo per lo stoccaggio dei carburanti. Come tipologia di serbatoio è stato selezionato il "Vertical Fixed Roof", effettivamente presente a Malpensa, per il quale EDMS prevede specifici fattori emissivi.

Scenario Futuro

Il Nuovo Master Plan Aeroportuale non prevede modifiche ai serbatoi per lo stoccaggio del carburante che rimarranno quindi gli stessi attualmente in opera.

Il carburante movimentato aumenterà in relazione all'aumento di movimenti previsti sullo scalo. Allo stato attuale è difficile prevedere il consumo di carburante per lo *scenario futuro* stante il continuo miglioramento dell'efficienza delle turbine aeronautiche che porta ad una riduzione sempre più spinta dei consumi. In via conservativa si è riportato al 2030 il carburante movimentato nel 2007 moltiplicandolo per il rapporto tra i movimenti dello *scenario attuale* (263.584) e quelli dello *scenario futuro* (443.675) senza tenere in considerazione la sopracitata diminuzione nei consumi di carburante. Il kerosene *Jet A1* ipotizzato per il 2030 risulta quindi essere di 2.676.351 m³.

La *Tabella 5.1.5.5b* mostra la ripartizione del combustibile insieme alle caratteristiche geometriche dei serbatoi.

Tabella 5.1.5.5b *Caratteristiche Serbatoi per lo Stoccaggio del Carburante e Carburante Movimentato nel 2030*

Denominazione	Numero	Capacità [m ³]	Altezza [m]	Carburante Movimentato 2007* [m ³]
Tipo A	5	5.000	11	411.746
Tipo B	1	7.000	11	617.619

* Per ogni serbatoio considerato

Come per lo *scenario attuale* tali quantitativi sono stati inseriti nel modello utilizzando l'apposito modulo per lo stoccaggio dei carburanti. Come tipologia di serbatoio è stato selezionato il "Vertical Fixed Roof", effettivamente presente a Malpensa, per il quale EDMS prevede specifici fattori emissivi.

5.1.5.6 *Stima delle Emissioni*

Seguendo lo schema modellistico descritto nel precedente §5.1.2, i valori presentati nei precedenti paragrafi, per tutte le sorgenti considerate nello studio, sono stati inseriti nel modello EDMS, che ha permesso, con l'ausilio degli opportuni fattori emissivi, di quantificare le emissioni di inquinanti dell'aeroporto di Malpensa nei due scenari considerati.

Scenario Attuale

In *Tabella 5.1.5.6a* si riportano i valori numerici stimati da EDMS per tutti gli inquinanti e tutte le tipologie di sorgenti considerate.

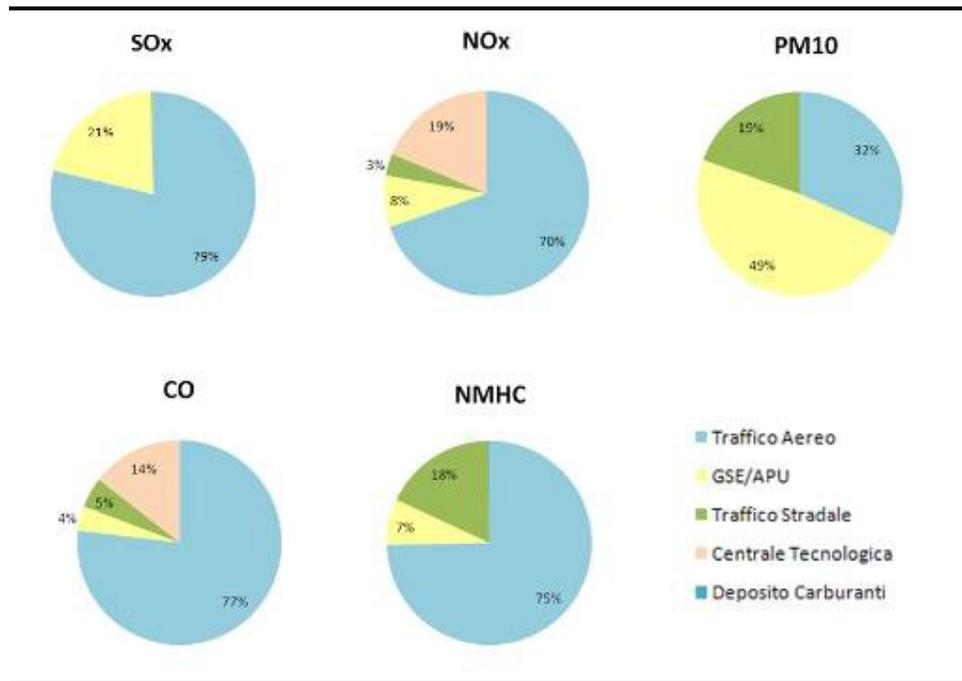
Tabella 5.1.5.6a *Scenario Attuale - Emissioni Totali per Componente*

Componente	SO_x [kg/a]	NO_x [kg/a]	PM₁₀ [kg/a]	CO [kg/a]	NMHC [kg/a]
Traffico Aereo	104.270	1.253.077	7.171	1.287.399	130.620
GSE + APU ⁽¹⁾	27.735	146.801	11.020	65.001	12.718
Traffico Stradale	399	62.248	4.431	80.716	31.225
Centrale Tecnologica	-	335.597	-	241.383	-
Deposito Carburanti	-	-	-	-	325
Totale	132.404	1.797.723	22.622	1.674.499	174.888

⁽¹⁾calcolati insieme in quanto associati alle medesime sorgenti (gates)

In *Figura 5.1.5.6a* si presenta, per ogni inquinante considerato, la ripartizione percentuale del contributo di ogni tipologia di sorgente emissiva.

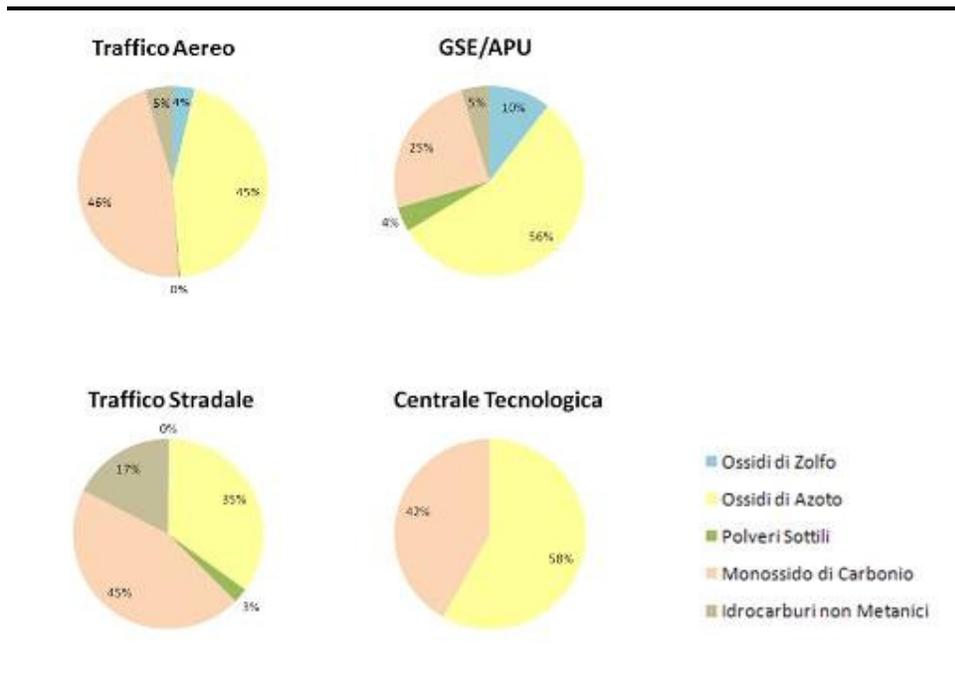
Figura 5.1.5.6a Scenario Attuale - Contributo Emissivo per Inquinante



Per tutti gli inquinanti analizzati il traffico aereo costituisce la principale tipologia di sorgente ad esclusione delle polveri sottili che sono emesse principalmente dalle sorgenti legate ai *gates* (GSE e APU). La centrale tecnologica, alimentata a gas naturale, contribuisce solamente alle emissioni di monossido di carbonio ed ossidi di azoto, mentre il deposito carburanti, apporta solo in quantità limitate emissioni di idrocarburi non metanici.

La Figura 5.1.5.6b presenta, sempre per lo scenario attuale, la distribuzione degli inquinanti per singola componente analizzata.

Figura 5.1.5.6b Scenario Attuale – Distribuzione delle Emissioni per Componente Analizzata



Dalla figura precedente risulta evidente come le emissioni prevalenti dell'aeroporto siano quelle di monossido di carbonio e ossidi di azoto, inquinanti tipicamente legati ai processi di combustione.

Scenario Futuro

In Tabella 5.1.5.6b si riportano i valori numerici stimati da EDMS per tutti gli inquinanti e tutte le tipologie di sorgenti considerate.

Tabella 5.1.5.6b Scenario Futuro - Emissioni Totali per Componente

Componente	SO _x [kg/a]	NO _x [kg/a]	PM ₁₀ [kg/a]	CO [kg/a]	NMHC [kg/a]
Traffico Aereo	154.427	1.605.951	2.817	2.166.918	136.798
GSE + APU ⁽¹⁾	2.816	16.292	1.816	7.824	2.368
Traffico Stradale	830	14.183	970	117.938	3.536
Centrale Tecnologica	-	391.661	-	283.431	-
Deposito Carburanti	-	-	0	-	325
Totale	158.073	2.028.087	5.603	2.576.111	143.027

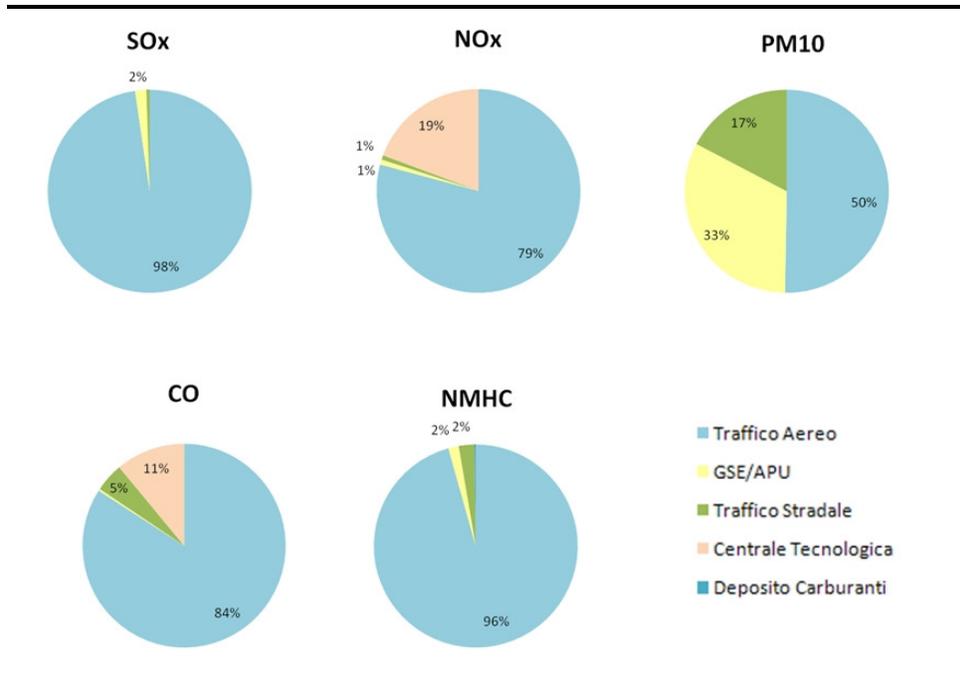
⁽¹⁾calcolati insieme in quanto associati alle medesime sorgenti (gates)

Rispetto allo scenario attuale, l'aumento di motori a combustione ipotizzato sia per il traffico aeronautico che per quello stradale si nota soprattutto nelle maggiori emissioni di monossido di carbonio; per gli NO_x l'aumento è assai più contenuto, anche in relazione agli specifici limiti normativi sempre più stringenti che portano allo sviluppo di motori che ne limitano le emissioni.

Per quanto riguarda gli inquinanti non strettamente legati alla combustione, si nota una notevole diminuzione delle emissioni di polveri ed una leggera flessione delle emissioni di idrocarburi non metanici. Per contro si ha un incremento degli ossidi di zolfo.

La Figura 5.1.5.6c presenta, per ogni inquinante considerato, la ripartizione percentuale del contributo di ogni tipologia di sorgente emissiva.

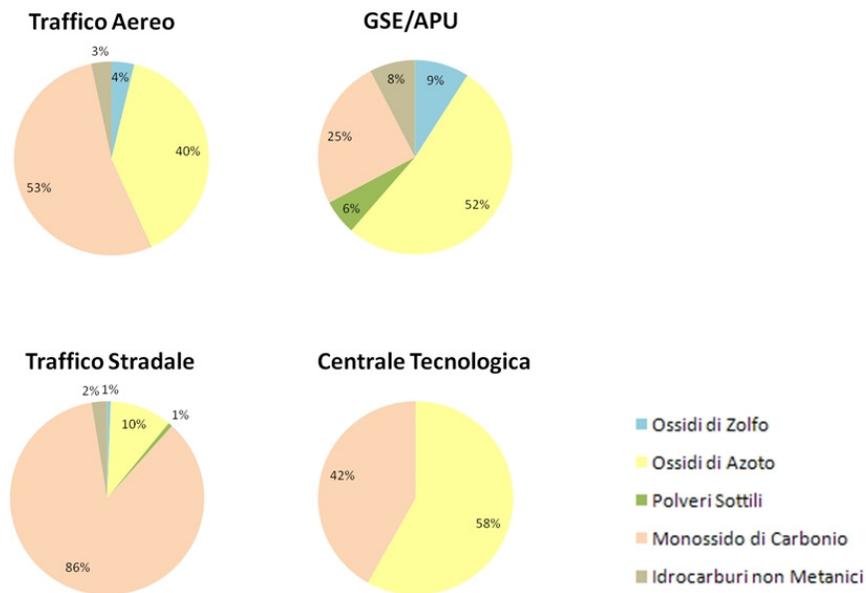
Figura 5.1.5.6c Scenario Futuro - Contributo Emissivo per Inquinante



Per tutti gli inquinanti analizzati il traffico aereo costituisce la principale tipologia di sorgente. Rispetto allo scenario attuale tale componente risulta preponderante anche sulle polveri sottili; questo cambiamento di percentuali è dovuto in gran parte all'utilizzo di GSE elettrici ed alla riduzione delle polveri prevista con l'entrata in vigore della normativa EUR 6 per il traffico stradale. La centrale tecnologica, alimentata a gas naturale, contribuisce solamente alle emissioni di monossido di carbonio ed ossidi di azoto, mentre il deposito carburanti apporta solo in quantità limitate emissioni di idrocarburi non metanici.

La Figura 5.1.5.6d presenta, sempre per lo scenario futuro, la distribuzione degli inquinanti per singola componente analizzata.

Figura 5.1.5.6d Scenario Futuro – Distribuzione delle Emissioni per Componente Analizzata



Dall'analisi della Figura precedente risulta evidente come le emissioni prevalenti dell'aeroporto siano anche nello scenario futuro quelle di monossido di carbonio e ossidi di azoto, inquinanti tipicamente legati ai processi di combustione. Rispetto allo *scenario attuale* il rapporto CO/NO_x aumenta in considerazione del fatto che sempre maggior attenzione viene posta dalle autorità nel controllo delle emissioni di ossidi di azoto; le case di produzione di motori per aeromobili si stanno inoltre muovendo sempre più verso propulsori che ne limitano l'emissione.

5.1.6 Risultati

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati del processo di simulazione in termini di concentrazioni a livello del suolo di SO_x, NO_x, PM₁₀, CO e NMHC, calcolate considerando gli scenari emissivi descritti nel precedente paragrafo.

I risultati sono presentati per gli inquinanti considerati confrontandoli con i limiti imposti dalla normativa vigente per ciascun composto. In particolare le concentrazioni indotte al suolo di ossidi di zolfo, ossidi di azoto, polveri sottili e monossido di carbonio sono state confrontate con i limiti imposti dal DM 60/2002, mentre quelle relative agli idrocarburi non metanici sono state confrontate con i limiti del DPCM del 1983.

5.1.6.1 *Scenario Attuale*

Si precisa che nelle Tabelle seguenti sono riportati sia i valori risultanti dal modello per lo “scenario attuale”, che tengono conto solo del contributo dovuto alle emissioni dell’aeroporto, sia i valori “misurati” presso le centraline, che tengono conto anche delle altre fonti inquinanti presenti nel territorio.

Ossidi di Zolfo

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati delle simulazioni eseguite per gli ossidi di zolfo; i risultati ottenuti sono confrontati con i limiti previsti dal *D.M. 60/2002* per l’anidride solforosa. Si sottolinea la scelta conservativa di confrontare i risultati ottenuti come SO_x con i limiti per SO_2 , che degli ossidi totali di zolfo costituiscono solo una quota parte.

Nella successiva *Figura 5.1.6.1a* sono rappresentate le concentrazioni medie annue di SO_x sul dominio di calcolo nello *Scenario Attuale*. Le ricadute tendono a distribuirsi maggiormente in direzione sud, coerentemente con la rosa dei venti ricavata dai dati meteorologici del Centro Geofisico Prealpino (*Figura 5.1.4a*).

Fra le aree SIC e ZPS, la maggiormente influenzata dalle emissioni di Malpensa è il SIC IT2010012 (*Brughiera del Dosso*), nella sua estremità adiacente al sedime aeroportuale, all’interno del quale il valore più elevato di media annua di ossidi di zolfo calcolato dal modello è $3,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$; tale valore è inferiore al limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal *D.M. 60/2002* per la protezione degli ecosistemi.

Nella successiva *Tabella 5.1.6.1a* riportano i valori di medie annue di SO_x calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell’aria di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo. Nella medesima Tabella sono altresì riportati il limite normativo previsto dal *D.M. 60/2002* per la protezione degli ecosistemi e, nelle centraline in cui la concentrazione dell’anidride solforosa è misurata, il valore misurato nel 2007.

Tabella 5.1.6.1a *SOx - Concentrazioni Medie Annue in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Attuale 2007	Misurato SO ₂ 2007	Limite SO ₂ ⁽¹⁾ DM 60/2002
Arconate	0,10	-	20
Castano Primo	0,23	3,1	20
Cuggiono	0,11	6,5	20
Busto Arsizio Accam	0,16	5,1	20
Busto Arsizio Magenta	0,14	5,1	20
Ferno	0,93	-	20
Gallarate	0,26	-	20
Lonate Pozzolo	1,53	-	20
Robecchetto	0,21	8,2	20
Somma Lombardo	2,54	-	20
Turbigo	0,38	4,2	20
Cameri	0,18	-	20
Oleggio	0,3	-	20
Castelletto Ticino	0,1	-	20

⁽¹⁾Limite previsto per la protezione degli ecosistemi

Presso tutte le centraline di qualità dell'aria, sebbene posizionate in zone non adatte al confronto con un limite per la protezione degli ecosistemi, il limite di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è sempre ampiamente rispettato.

La successiva *Tabella 5.1.6.1b* presenta il valore del 99,2° percentile delle medie giorno, corrispondente al terzo valore di media giornaliera calcolato nell'anno, stimato dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria comprese nel dominio di calcolo. In *Tabella 5.1.6.1b* sono altresì riportati il valore limite previsto per questo parametro per la salute umana dal D.M. 60/2002 e, ove l'anidride solforosa è rilevata, il valore misurato dalla centralina nel 2007.

Tabella 5.1.6.1b *SOx – 99,2° Percentile delle Concentrazioni Medie Giornaliere in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Attuale 2007	Misurato SO ₂ 2007	Limite SO ₂ ⁽¹⁾ DM 60/2002
Arconate	0,9	-	125
Castano Primo	1,8	17,3	125
Cuggiono	0,8	24,7	125
Busto Arsizio Accam	1,4	10,3	125
Busto Arsizio Magenta	1,1	11,8	125
Ferno	5,1	-	125
Gallarate	2,8	-	125
Lonate Pozzolo	7,6	-	125
Robecchetto	1,2	14,9	125
Somma Lombardo	11,2	-	125
Turbigo	2,2	13,4	125
Cameri	0,9	-	125
Oleggio	2,1	-	125
Castelletto Ticino	1,4	-	125

⁽¹⁾Limite indicato nel DM60/2002 per la protezione umana da non superare più di tre volte in un anno come media giorno corrispondente al 99,2° percentile delle medie giornaliere

Tutti i valori riportati in Tabella, sebbene stimati dal modello come SO_x e confrontati con un limite previsto per la sola SO₂, rientrano ampiamente nei limiti di legge imposti dal *D.M. 60/2002*.

La successiva *Tabella 5.1.6.1c* presenta il valore del 99,7° percentile delle medie orarie, corrispondente al 24° valore di media oraria calcolato nell'anno, stimato dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria comprese nel dominio di calcolo. In *Tabella 5.1.6.1c* sono altresì riportati il valore limite previsto per questo parametro per la salute umana dal *D.M. 60/2002* e, ove l'anidride solforosa è rilevata, il valore misurato dalla centralina nel 2007.

Tabella 5.1.6.1c *SO_x – 99,7° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Attuale 2007	Misurato SO ₂ 2007	Limite SO ₂ ⁽¹⁾ DM 60/2002
Arconate	3,5	-	350
Castano Primo	9,6	25,0	350
Cuggiono	4,7	38,0	350
Busto Arsizio Accam	5,8	26,0	350
Busto Arsizio Magenta	6,4	25,0	350
Ferno	33,6	-	350
Gallarate	11,8	-	350
Lonate Pozzolo	44,5	-	350
Robecchetto	9,2	17,0	350
Somma Lombardo	61,5	-	350
Turbigo	13,9	49,0	350
Cameri	6,0	-	350
Oleggio	14,6	-	350
Castelletto Ticino	7,4	-	350

⁽¹⁾ Limite indicato nel DM60/2002 per la protezione umana da non superare più di 24 volte in un anno come media oraria corrispondente al 99,7° percentile delle medie orarie

Tutti i valori riportati in Tabella, sebbene stimati dal modello come SO_x e confrontati con un limite previsto per la sola SO₂, rientrano ampiamente nei limiti di legge imposti dal *D.M. 60/2002*.

La centralina ARPA di qualità dell'aria più vicina all'aeroporto che misura l'anidride solforosa è Castano Primo, situata a circa 10 km dall'aeroporto. Tale distanza rende difficile valutare la bontà della stima effettuata dalla catena modellistica. Il contributo stimato dal modello sul 99,7° percentile della concentrazione media oraria risulta tuttavia più marcato rispetto ai parametri calcolati su tempi di mediazione più lunghi (media anno o media giorno come 99,2° percentile).

Ossidi di Azoto

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni ottenuti per gli ossidi di azoto. Si precisa che la scelta di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.M. 60 del 2002* per il biossido di azoto, è conservativa poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂.

L'efficacia di tale conversione dipende da numerosi fattori: l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

Nella successiva *Figura 5.1.6.1b* sono rappresentate le concentrazioni medie annue di NO_x sul dominio di calcolo per lo *scenario attuale*. Le ricadute tendono a distribuirsi maggiormente in direzione sud coerentemente con la rosa dei venti ricavata dai dati meteorologici del Centro Geofisico Prealpino (*Figura 5.1.4a*).

Le aree SIC e ZPS maggiormente interessate dalle ricadute sono il SIC *IT2010012 (Brughiera del Dosso)* e la ZPS *IT2080301 (Boschi del Ticino)*; l'estremità adiacente al sedime aeroportuale di queste aree è infatti attraversata dalla SS 336 e, proprio in prossimità dell'asse stradale il modello prevede una concentrazione media annua di ossidi di azoto pari a 34,7 µg/m³, leggermente superiore al limite di 30 µg/m³ imposto dal *D.M. 60/2002* per la protezione degli ecosistemi.

La successiva *Tabella 5.1.6.1d* riporta i valori di medie annue di NO_x calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Lombardia che ricadono nel dominio di calcolo. In *Tabella 5.1.6.1d* è altresì riportato il valore misurato dalle centraline nel 2007 (anno meteorologico usato per le simulazioni) e il limite di legge previsto dal *D.M. 60/2002* per la salute umana riferito al biossido di azoto. Le centraline di Somma Lombardo, Lonate Pozzolo, Ferno e Castelletto Ticino, oltre a NO₂, misurano anche gli ossidi totali di azoto; in *Tabella 5.1.6.1d* si riporta anche il valore di media degli NO_x presso queste centraline essendo tale valore direttamente confrontabile con l'output del modello di dispersione.

Tabella 5.1.6.1d *NO_x - Concentrazioni Medie Annue in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Attuale	Misurato NO _x	Misurato NO ₂	Limite NO ₂ DM 60/2002
Arconate	1,1	-	30,2	40
Castano Primo	2,7	-	44,0	40
Cuggiono	1,3	-	31,0	40
Busto Arsizio Accam	1,7	-	34,6	40
Busto Arsizio Magenta	1,6	-	44,1	40
Ferno	11,0	59,3	27,4	40
Gallarate	2,9	-	51,3	40
Lonate Pozzolo	18,9	79,2	38,8	40
Robecchetto	2,6	-	37,2	40
Somma Lombardo	29,1	81,5	43,8	40
Turbigo	4,6	-	26,5	40
Cameri	2,1	-	39,2	40
Oleggio	2,9	-	52,1	40
Castelletto Ticino	1,4	67,4	32,9	40

Dalla *Tabella* precedente risulta che, sia pure nell'ipotesi conservativa di considerare gli ossidi di azoto nella loro totalità anziché il solo biossido di azoto normato dal *D.M. 60/2002*, tutti i valori rientrano nei limiti di legge. L'impatto dell'aeroporto, come già evidenziato dalle mappe di ricaduta (*Figure 5.1.6.1b*), risulta maggiore in prossimità dello scalo stesso.

Presso le centraline di qualità dell'aria di Somma Lombardo, Lonate Pozzolo e Ferno il modello stima un contributo all'inquinamento da ossidi di azoto variabile tra il 20% e il 30%; si può notare come, coerentemente con la rosa dei venti, sia il valore calcolato che quello misurato nelle tre centraline più prossime allo scalo sono maggiori a Somma Lombardo e Lonate Pozzolo rispetto a Ferno. La differenza di circa $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fra Lonate Pozzolo e Somma Lombardo è da attribuire al traffico stradale ed alla presenza delle emissioni attribuite al piazzale antistante il Terminal 2; nello studio infatti queste componenti incidono solo sulla centralina di Somma Lombardo che si trova lungo la SS 336 inclusa nelle simulazioni nel suo tratto che corre dietro al Terminal 2.

La successiva *Tabella 5.1.6.1e* riporta i valori del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo. Questo parametro rappresenta il diciottesimo valore di concentrazione media oraria e, per rientrare nei limiti previsti dal *D.M. 60/2002*, non deve essere superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In *Tabella 5.1.6.1e* si riportano anche il valore di questo parametro misurato dalle centraline nel 2007 (anno meteorologico usato per le simulazioni) per il biossido di azoto, inquinante disciplinato dal *D.M. 60/2002*, e, dove misurato, per gli ossidi totali di azoto, inquinante per il quale si sono condotte le simulazioni.

Tabella 5.1.6.1e *NO_x – 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell’Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Attuale	Misurato NO _x	Misurato NO ₂	Limite NO ₂ DM 60/2002
Arconate	54	-	114	200
Castano Primo	134	-	126	200
Cuggiono	65	-	103	200
Busto Arsizio Accam	88	-	113	200
Busto Arsizio Magenta	105	-	147	200
Ferno	452	390	90	200
Gallarate	151	-	208	200
Lonate Pozzolo	562	474	111	200
Robecchetto	125	-	161	200
Somma Lombardo	570	424	128	200
Turbigo	178	-	115	200
Cameri	79	-	125	200
Oleggio	160	-	197	200
Castelletto Ticino	91	415	120	200

Dalla precedente *Tabella* risulta evidente la sovrastima del modello nel valutare questo parametro di legge basato sulle concentrazioni medie orarie. Anche nell’ipotesi estremamente conservativa che l’aeroporto di Malpensa sia l’unico contributore alle concentrazioni di picco di NO_x della zona, il valore stimato dal modello nello *Scenario Attuale* riferito al 2007 è superiore a quello misurato dalle centraline più prossime all’aeroporto nel medesimo anno. Si ha infatti a Somma Lombardo un valore stimato di 570 µg/m³ contro un valore misurato di 424 µg/m³, a Lonate Pozzolo un valore stimato di 562 µg/m³ a fronte di un valore misurato di 474 µg/m³ e a Ferno un valore stimato di 452 µg/m³ a fronte di un valore misurato di 390 µg/m³.

I valori registrati di NO₂ in entrambe le centraline rientrano peraltro ampiamente nei limiti previsti per questo inquinante dal *DM 60/2002*, che non risulta pertanto critico nello scenario attuale.

Polveri Sottili

Nella successiva *Figura 5.1.6.1c* sono rappresentate le concentrazioni medie annue di PM₁₀ sul dominio di calcolo per lo *scenario attuale*. Le ricadute tendono a distribuirsi maggiormente in direzione sud, coerentemente con la rosa dei venti ricavata dai dati meteorologici del Centro Geofisico Prealpino (*Figura 5.1.4a*).

La successiva *Tabella 5.1.6.1f* riporta i valori di medie annue di PM₁₀, calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell’aria di ARPA Lombardia che ricadono nel dominio di calcolo. In *Tabella 5.1.6.1f* è altresì riportato il valore misurato dalle centraline nel 2007 (anno meteorologico usato per le simulazioni) e il limite di legge previsto dal *D.M. 60/2002* per la salute umana riferito a questo inquinante.

Tabella 5.1.6.1f *PM₁₀ - Concentrazioni Medie Annue in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Attuale	Misurato PM ₁₀	Limite PM ₁₀ DM 60/2002
Arconate	0,03	-	40
Castano Primo	0,06	-	40
Cuggiono	0,03	-	40
Busto Arsizio Accam	0,05	43,8	40
Busto Arsizio Magenta	0,04	-	40
Ferno	0,24	45,6	40
Gallarate	0,08	46,6	40
Lonate Pozzolo	0,31	-	40
Robecchetto	0,05	-	40
Somma Lombardo	1,53	-	40
Turbigo	0,09	-	40
Cameri	0,05	-	40
Oleggio	0,10	40,5	40
Castelletto Ticino	0,05	-	40

Tutti i valori riportati in tabella stimati dal modello sia per lo *scenario attuale* presso le centraline di qualità dell'aria sono ampiamente al disotto del valore limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal *D.M. 60/2002* per questo parametro.

Dall'analisi dei valori stimati dal modello risulta altresì evidente come le polveri sottili non costituiscano un inquinante significativo nella valutazione degli impatti indotti al suolo dall'attività di un aeroporto.

La successiva *Tabella 5.1.6.1g* riporta i valori del 90,4° percentile di PM₁₀, calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo. In *Tabella 5.1.6.1g* è altresì riportato il valore misurato dalle centraline nel 2007 (anno meteorologico usato per le simulazioni) e il limite di legge previsto dal *D.M. 60/2002* per la salute umana riferito a questo inquinante.

Tabella 5.1.6.1g *PM₁₀ – 90,4° Percentile delle Concentrazioni Medie Giornaliere in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Attuale Scenario Futuro	Misurato PM ₁₀	Limite PM ₁₀ DM 60/2002
Arconate	0,06	-	50
Castano Primo	0,14	-	50
Cuggiono	0,07	-	50
Busto Arsizio Accam	0,11	88,0	50
Busto Arsizio Magenta	0,11	-	50
Ferno	0,62	67,0	50
Gallarate	0,20	89,0	50
Lonate Pozzolo	0,72	-	50
Robecchetto	0,15	-	50
Somma Lombardo	3,07	-	50
Turbigo	0,21	-	50
Cameri	0,12	-	50
Oleggio	0,24	81,0	50
Castelletto Ticino	0,11	-	50

Tutti i valori riportati in tabella stimati dal modello per lo *scenario attuale* presso le centraline di qualità dell'aria sono ampiamente al di sotto del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal *D.M. 60/2002* per questo parametro.

Monossido di Carbonio

Nella successiva *Tabella 5.1.6.1h* si riportano i valori della massima concentrazione mobile sulle 8 ore di monossido di carbonio, parametro statistico individuato dal *D.M. 60/2002* per la tutela della salute umana, calcolato dal modello presso le centraline di qualità dell'aria comprese all'interno del dominio di calcolo. In Tabella sono altresì riportati, ove il CO è rilevato, il valore misurato dalle centraline di ARPA Piemonte e ARPA Lombardia e il limite legislativo.

Tabella 5.1.6.1h *CO – Massima Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell’Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Attuale	Misurato CO	Limite CO DM 60/2002
Arconate	38	5.300	10.000
Castano Primo	112	-	10.000
Cuggiono	59	-	10.000
Busto Arsizio Accam	54	4.100	10.000
Busto Arsizio Magenta	238	5.400	10.000
Ferno	464	2.700	10.000
Gallarate	132	4.400	10.000
Lonate Pozzolo	500	3.800	10.000
Robecchetto	94	-	10.000
Somma Lombardo	435	3.300	10.000
Turbigo	189	-	10.000
Cameri	114	-	10.000
Oleggio	155	3.500	10.000
Castelletto Ticino	84	-	10.000

Tutti i valori calcolati dal modello, sia per lo scenario attuale che per lo scenario futuro, sono ampiamente al disotto dei limiti previsti dal *D.M. 60/2002* per la salute umana.

Idrocarburi Non Metanici

A differenza dei parametri SO_2 , NO_2 e PM_{10} , gli idrocarburi non metanici (NMHC) non sono normati dal *D.M. 60/2002*. Il riferimento legislativo più recente che riguarda queste specie è il *DPCM del 28/03/1983*. Il limite di legge imposto da questo decreto lega le concentrazioni di idrocarburi non metanici ai rilevamenti dell’ozono presso le centraline di monitoraggio della qualità dell’aria. Nella *Tabella B dell’Allegato I* del succitato decreto è infatti fissato un valore limite di concentrazione di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su tre ore consecutive da adottarsi solamente in presenza di un superamento del limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di ozono fissato nella precedente *Tabella A all’Allegato I*. Nel presente studio si sono calcolate le concentrazioni orarie di NMHC per l’intero 2007 su tutto il dominio di calcolo. Al fine di confrontare il risultato ottenuto con l’unico limite esistente si sono identificati, presso le centraline di qualità dell’aria che misurano la concentrazione di O_3 in atmosfera, i periodi dell’anno in cui il limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per questo inquinante è stato superato. Fissati questi periodi si è provveduto a calcolare la massima concentrazione media trioraria di NMHC in corrispondenza di essi presso tutte le centraline di qualità dell’aria che prevedono il rilevamento dell’ozono. Il risultato di tale operazione è riportato nella seguente *Tabella 5.1.6.1i*.

Tabella 5.1.6.1i *Massima Concentrazione Trioraria di NMHC alle Centraline di Qualità dell'Aria in Presenza di Superi del Limite Orario di Ozono di 200 µg/m³*

Centralina	Periodo Analizzato ⁽¹⁾	Scenario Attuale	Limite D.P.C.M.
		Max Conc 3 Ore ⁽²⁾ [µg/m ³]	28/03/1983 [µg/m ³]
Ferno	23/05 ore 16	0,115	200
Ferno	24/05 ore 14-16	0,027	200
Ferno	16/07 ore 14	0,086	200
Ferno	18/07 ore 12-16	0,099	200
Ferno	19/07 ore 11-15	0,061	200
Ferno	27/07 ore 13-15	0,034	200
Arconate	23/05 ore 15-17	0,032	200
Arconate	24/05 ore 14-15	0,004	200
Arconate	16/07 ore 13-15	0,010	200
Arconate	18/07 ore 13-14	0,023	200
Arconate	19/07 ore 12-15	0,013	200
Arconate	27/07 ore 12-15	0,009	200
Busto Magenta	18/07 ore 12-16	0,013	200
Busto Magenta	19/07 ore 13-15	0,009	200
Busto Magenta	27/07 ore 13-16	0,008	200
Busto Magenta	28/07 ore 12-16	0,018	200
Busto Magenta	26/08 ore 16	0,014	200
Busto Magenta	28/08 ore 15	0,025	200
Busto Magenta	09/09 ore 13	0,023	200
Castelletto	14/07 ore 12-14	0,014	200
Castelletto	15/07 ore 14	0,004	200
Castelletto	18/07 ore 13-15	0,010	200
Castelletto	19/07 ore 11-16	0,025	200
Castelletto	27/07 ore 13-16	0,010	200
Castelletto	28/07 ore 12-13	0,006	200
Somma	18/07 ore 13-14	0,857	200
Somma	19/07 ore 12-15	1,207	200
Somma	27/07 ore 14	0,722	200

⁽¹⁾ Ore in cui si è registrata una concentrazione media oraria di O₃ superiore a 200µg/m³
⁽²⁾Massima concentrazione trioraria che coinvolge almeno una delle ore del periodo con superi del limite di 200 µg/m³ di O₃

Tutti i valori calcolati sono ampiamente al disotto del limite imposto dal D.P.C.M. del 28/03/1983, tant'è che il maggior contributo dell'aeroporto è quello stimato a Somma Lombardo durante il superamento del limite dell'ozono del primo pomeriggio del 19 luglio 2007 con un valore di 1,2 µg/m³ a fronte di un limite di 200 µg/m³.

5.1.6.2 Scenario Futuro

Ossidi di Zolfo

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati delle simulazioni eseguite per gli ossidi di zolfo; i risultati ottenuti sono confrontati con quelli stimati dal modello per lo *scenario attuale*.

In *Figura 5.1.6.2a* sono rappresentate le concentrazioni medie annue di SO_x sul dominio di calcolo nello *scenario futuro*. Le ricadute tendono a distribuirsi maggiormente in direzione sud, coerentemente con la rosa dei venti ricavata dai dati meteorologici del Centro Geofisico Prealpino (*Figura 5.1.4a*). Rispetto alla mappa rappresentante le medie annue di SO_x dello *scenario attuale* (*Figura 5.1.6.1a*), le ricadute tendono ad allungarsi verso Sud a causa dell'aumento del traffico aereo e della presenza della terza pista, mentre l'impronta si riduce nelle immediate vicinanze del sedime aeroportuale in corrispondenza delle aree di sosta degli aeromobili antistanti il Terminal 1 ed il Terminal 2, in quanto le emissioni di SO_x in queste aree saranno notevolmente ridotte dall'utilizzo di GSE elettrici.

Fra le aree SIC e ZPS, quella maggiormente influenzata dalle emissioni di Malpensa nello *scenario futuro* è la ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino", nella sua estremità adiacente alla porzione sudoccidentale del sedime aeroportuale, all'interno della quale il valore più elevato di media annua di ossidi di zolfo calcolato dal modello è 3,13 µg/m³, inferiore sia al valore massimo stimato dal modello per lo *scenario attuale* (3,86 µg/m³), sia al limite di 20 µg/m³ previsto dal D.M. 60/2002 per la protezione degli ecosistemi.

Nella successiva *Tabella 5.1.6.2a* si riportano i valori di medie annue di SO_x calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Lombardia e ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. Nella medesima Tabella sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e la variazione nel passaggio da uno scenario all'altro.

Tabella 5.1.6.2a *SO_x – Concentrazioni Medie Annue in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	0,12	0,10	0,02
Castano Primo	0,29	0,23	0,06
Cuggiono	0,13	0,11	0,02
Busto Arsizio Accam	0,18	0,16	0,02
Busto Arsizio Magenta	0,16	0,14	0,02
Ferno	1,12	0,93	0,19
Gallarate	0,25	0,26	-0,01
Lonate Pozzolo	2,27	1,53	0,74
Robecchetto	0,28	0,21	0,07
Somma Lombardo	1,23	2,54	-1,31
Turbigo	0,54	0,38	0,16
Cameri	0,24	0,18	0,06
Oleggio	0,29	0,29	0,00
Castelletto Ticino	0,14	0,14	0,00

Le concentrazioni medie annue attese al suolo per lo *scenario attuale* e per lo *scenario futuro* sono molto simili. La marcata riduzione di valori presso la centralina di Somma Lombardo è conseguenza del passaggio alle

motorizzazioni elettriche per i GSE che lavorano nell'area di sosta degli aeromobili antistante il Terminal 2.

La successiva *Tabella 5.1.6.2b* presenta il valore del 99,2° percentile delle medie giorno, corrispondente al terzo valore di media giornaliera calcolato nell'anno, stimato dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria comprese nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. In *Tabella 5.1.6.2b* sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e le variazioni nel passaggio da uno scenario all'altro.

Tabella 5.1.6.2b *SOx – 99,2° Percentile delle Concentrazioni Medie Giornaliere in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	0,8	0,9	-0,1
Castano Primo	2,2	1,8	0,4
Cuggiono	1,1	0,8	0,3
Busto Arsizio Accam	1,5	1,4	0,1
Busto Arsizio Magenta	1,3	1,1	0,2
Ferno	7,1	5,1	2,0
Gallarate	2,5	2,8	-0,3
Lonate Pozzolo	10,5	7,6	2,9
Robecchetto	1,6	1,2	0,4
Somma Lombardo	6,2	11,2	-5,0
Turbigo	2,9	2,2	0,7
Cameri	1,4	0,9	0,5
Oleggio	2,2	2,1	0,1
Castelletto Ticino	1,2	1,4	-0,2

Dal confronto fra lo scenario attuale e lo scenario futuro si può desumere che i valori per il 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere attese al suolo rimangono pressoché invariate con la realizzazione del progetto. Le differenze più marcate consistono nell'incremento a Lonate Pozzolo, imputabile al maggior traffico aereo, ed il decremento a Somma Lombardo, dovuto all'utilizzo nello scenario futuro di GSE elettrici nel piazzale antistante il Terminal 2.

La successiva *Tabella 5.1.6.2c* presenta il valore del 99,7° percentile delle medie orarie, corrispondente al 24° valore di media oraria calcolato nell'anno, stimato dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria comprese nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. In *Tabella 5.1.6.2c* sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e le variazioni nel passaggio da uno scenario all'altro.

Tabella 5.1.6.2c *SO_x – 99,7° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell’Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	4,9	3,5	1,4
Castano Primo	11,2	9,6	1,6
Cuggiono	5,2	4,7	0,5
Busto Arsizio Accam	7,8	5,8	2,0
Busto Arsizio Magenta	8,1	6,4	1,7
Ferno	38,8	33,6	5,2
Gallarate	13,8	11,8	2,0
Lonate Pozzolo	57,8	44,5	13,3
Robecchetto	12,2	9,2	3,0
Somma Lombardo	42,6	61,5	-18,9
Turbigo	18,0	13,9	4,1
Cameri	9,0	6,0	3,0
Oleggio	14,4	14,6	-0,2
Castelletto Ticino	8,4	7,4	1,0

Dal confronto fra lo scenario attuale e lo scenario futuro si può desumere che i valori per il 99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie attese al suolo rimangono pressoché invariati con la realizzazione del progetto. Anche in questo caso le differenze più marcate consistono nell’incremento a Lonate Pozzolo, imputabile al maggior traffico aereo, ed il decremento a Somma Lombardo, dovuto all’utilizzo nello scenario futuro di GSE elettrici nel piazzale antistante il Terminal 2.

Ossidi di Azoto

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati delle simulazioni eseguite per gli ossidi di azoto; i risultati ottenuti sono confrontati con quelli stimati dal modello per lo *scenario attuale*.

In *Figura 5.1.6.2b* sono rappresentate le concentrazioni medie annue di NO_x sul dominio di calcolo nello *scenario futuro*. Le ricadute tendono a distribuirsi maggiormente in direzione sud, coerentemente con la rosa dei venti ricavata dai dati meteorologici del Centro Geofisico Prealpino (*Figura 5.1.4a*). Rispetto alla mappa rappresentante le medie annue di NO_x dello *scenario attuale* (*Figura 5.1.6.1b*), le ricadute tendono ad allungarsi verso Sud a causa dell’aumento del traffico aereo e della presenza della terza pista, mentre l’impronta si riduce nelle immediate vicinanze del sedime aeroportuale in corrispondenza delle aree di sosta degli aeromobili antistanti il Terminal 1 ed il Terminal 2, in quanto le emissioni di SO_x in queste aree saranno notevolmente ridotte dall’utilizzo di GSE elettrici. Tale diminuzione è altresì sottolineata dalla riduzione di NO_x emessa dal traffico stradale; la SS336 segue infatti tutto il profilo Nord-Ovest del sedime.

Tra le aree SIC e ZPS quella maggiormente impattata nello *scenario futuro* è la ZPS IT2080301 – “Boschi del Ticino” per la quale, nella sua estremità confinante con la parte sudoccidentale del sedime aeroportuale, il modello stima una media annua di NO_x pari a 36,65 µg/m³, contro un limite previsto dal DM 60/2002 per gli ecosistemi di 30 µg/m³. Il punto di maggior impatto per la vegetazione è cambiato rispetto allo *scenario attuale*; in corrispondenza dell’area adiacente al sedime aeroportuale in prossimità del Terminal 1, in cui il SIC IT2010012 (*Brughiera del Dosso*) e la ZPS IT2080301 (*Boschi del Ticino*) si sovrappongono, il modello stima per lo *scenario attuale* un valore di media annua per gli NO_x di 34,7 µg/m³, mentre nello *scenario futuro*, stante la riduzione di emissioni di NO_x dovute a traffico stradale ed alle attività aeroportuali connesse al piazzale antistante il *Terminal 1*, tale valore si riduce a 12,08 µg/m³.

Nella successiva *Tabella 5.1.6.2d* si riportano i valori di medie annue di NO_x calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell’aria di ARPA Lombardia ed ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. Nella medesima Tabella sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e la variazione nel passaggio da uno scenario all’altro.

Tabella 5.1.6.2d *NO_x – Concentrazioni Medie Annue in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell’Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	1,2	1,1	0,1
Castano Primo	3,0	2,7	0,3
Cuggiono	1,4	1,3	0,1
Busto Arsizio Accam	1,8	1,7	0,1
Busto Arsizio Magenta	1,6	1,6	0,0
Ferno	11,5	11,0	0,5
Gallarate	2,7	2,9	-0,2
Lonate Pozzolo	22,9	18,9	4,0
Robecchetto	2,9	2,6	0,3
Somma Lombardo	13,5	29,1	-15,6
Turbigo	5,5	4,6	0,9
Cameri	2,5	2,1	0,4
Oleggio	3,0	2,9	0,1
Castelletto Ticino	1,4	1,4	0,0

Le concentrazioni medie annue attese al suolo per lo *scenario attuale* e per lo *scenario futuro* sono molto simili. Le uniche variazioni significative sono l’incremento presso la centralina di Lonate Pozzolo (4 µg/m³), dovuto all’incremento delle emissioni da traffico aereo, e la riduzione presso la centralina di Somma Lombardo (15,6 µg/m³), dovuta all’effetto combinato delle riduzioni delle emissioni da traffico stradale e da piazzale (GSE che operano nel piazzale antistante il *Terminal 2*).

La successiva *Tabella 5.1.6.2e* presenta il valore del 99,8° percentile delle medie orarie, corrispondente al 18° valore di media oraria calcolato nell'anno, stimato dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria comprese nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. In *Tabella 5.1.6.2e* sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e le variazioni nel passaggio da uno scenario all'altro.

Tabella 5.1.6.2e *NO_x – 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	66	54	12
Castano Primo	131	134	-3
Cuggiono	69	65	4
Busto Arsizio Accam	93	88	5
Busto Arsizio Magenta	107	105	2
Ferno	445	452	-7
Gallarate	157	151	6
Lonate Pozzolo	602	562	40
Robecchetto	135	125	10
Somma Lombardo	463	570	-107
Turbigo	194	178	16
Cameri	99	79	20
Oleggio	160	160	0
Castelletto Ticino	95	91	4

Da un confronto fra lo *scenario attuale* e lo *scenario futuro* si può desumere che i valori per il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie attese al suolo richiamano, amplificandolo, l'andamento delle variazioni già riscontrato per le medie annue. Un aumento di tale parametro statistico è atteso presso la centralina di Lonate Pozzolo (aumento delle emissioni da traffico aereo), mentre una netta riduzione è attesa presso la centralina di Somma Lombardo (diminuzione delle emissioni da traffico stradale e GSE associati al *Terminal 2*).

I valori assoluti riportati in *Tabella* non sono attendibili in quanto affetti dalla sovrastima che affligge il modello nel calcolo delle concentrazioni di picco medie orarie, come già evidenziato nel commento alla *Tabella 5.1.6.1e* in cui, pur ammettendo in via del tutto conservativa che tutto il contributo al 99,8° percentile fosse attribuibile alla sola attività aeroportuale, risulta un valore stimato dal modello assai superiore a quello misurato alle centraline più prossime all'aeroporto (Somma Lombardo, Lonate Pozzolo e Ferno).

Polveri Sottili

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati delle simulazioni eseguite per il PM₁₀; i risultati ottenuti sono confrontati con quelli stimati dal modello per lo *scenario attuale*.

Nella successiva *Figura 5.1.6.2f* sono rappresentate le concentrazioni medie annue di PM₁₀ sul dominio di calcolo nello *scenario futuro*. Le ricadute tendono a distribuirsi maggiormente in direzione sud, coerentemente con la rosa dei venti ricavata dai dati meteorologici del Centro Geofisico Prealpino (*Figura 5.1.4a*). Rispetto alla mappa rappresentante le medie annue di PM₁₀ dello *scenario attuale* (*Figura 5.1.6.1c*), le ricadute si riducono notevolmente in virtù della riduzione attesa per le emissioni di questo inquinante per tutte le componenti analizzate.

Nella successiva *Tabella 5.1.6.2f* si riportano i valori di medie annue di PM₁₀ calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Lombardia ed ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. Nella medesima *Tabella* sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e la variazione nel passaggio da uno scenario all'altro.

Tabella 5.1.6.2f *PM₁₀ – Concentrazioni Medie Annue in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell'Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	0,01	0,03	-0,02
Castano Primo	0,01	0,06	-0,05
Cuggiono	0,01	0,03	-0,02
Busto Arsizio Accam	0,01	0,05	-0,04
Busto Arsizio Magenta	0,01	0,04	-0,03
Ferno	0,06	0,24	-0,18
Gallarate	0,01	0,08	-0,07
Lonate Pozzolo	0,08	0,31	-0,23
Robecchetto	0,01	0,05	-0,04
Somma Lombardo	0,24	1,53	-1,29
Turbigo	0,02	0,09	-0,07
Cameri	0,01	0,05	-0,04
Oleggio	0,02	0,10	-0,08
Castelletto Ticino	0,01	0,05	-0,04

Le concentrazioni medie annue attese al suolo per lo *scenario attuale* e per lo *scenario futuro* sono molto simili. Si riscontra comunque una riduzione uniforme su tutti i recettori considerati.

La successiva *Tabella 5.1.6.2g* riporta i valori del 90,4° percentile di PM₁₀, calcolati dal modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Lombardia ed ARPA Piemonte che ricadono nel dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. Nella medesima *Tabella* sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e la variazione nel passaggio da uno scenario all'altro.

Tabella 5.1.6.2g *PM₁₀ – 90,4° Percentile delle Concentrazioni Medie Giornaliere in
Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell’Aria [µg/m³]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	0,01	0,06	-0,05
Castano Primo	0,03	0,14	-0,11
Cuggiono	0,01	0,07	-0,06
Busto Arsizio Accam	0,02	0,11	-0,09
Busto Arsizio Magenta	0,02	0,11	-0,09
Ferno	0,13	0,62	-0,49
Gallarate	0,04	0,20	-0,16
Lonate Pozzolo	0,16	0,72	-0,56
Robecchetto	0,03	0,15	-0,12
Somma Lombardo	0,46	3,07	-2,61
Turbigo	0,05	0,21	-0,16
Cameri	0,02	0,12	-0,10
Oleggio	0,04	0,24	-0,20
Castelletto Ticino	0,02	0,11	-0,09

Le concentrazioni medie annue attese al suolo per lo *scenario attuale* e per lo *scenario futuro* sono molto simili. Si riscontra comunque una riduzione uniforme su tutti i recettori considerati.

Monossido di Carbonio

Nella successiva *Tabella 5.1.6.2h* si riportano i valori della massima concentrazione mobile sulle 8 ore di monossido di carbonio, parametro statistico individuato dal *D.M. 60/2002* per la tutela della salute umana, calcolato dal modello presso le centraline di qualità dell’aria comprese all’interno del dominio di calcolo per lo *scenario futuro*. Nella medesima *Tabella* sono altresì riportati i valori stimati dal modello per lo *scenario attuale* e la variazione nel passaggio da uno scenario all’altro.

Tabella 5.1.6.2h *CO – Massima Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore in Corrispondenza delle Centraline di Qualità dell’Aria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*

Centralina	Scenario Futuro	Scenario Attuale	Variazione
	2030	2007	Futuro-Attuale
Arconate	64	38	26
Castano Primo	213	112	101
Cuggiono	115	59	56
Busto Arsizio Accam	210	54	156
Busto Arsizio Magenta	392	238	154
Ferno	740	464	276
Gallarate	292	132	160
Lonate Pozzolo	1042	500	542
Robecchetto	175	94	81
Somma Lombardo	487	435	52
Turbigo	432	189	243
Cameri	246	114	132
Oleggio	442	155	287
Castelletto Ticino	155	84	71

Nel passaggio dallo *scenario attuale* allo *scenario futuro* si riscontra un aumento delle massime concentrazioni medie mobili sulle 8 ore di monossido di carbonio presso tutti i recettori selezionati. Questo in considerazione del fatto che aumentano le emissioni in tutte le componenti analizzate all’interno del presente studio, ad eccezione di quelle legate ai GSE in attività sui piazzali per la sosta degli aeromobili.

Il valore più alto stimato dal modello per il parametro di legge si riscontra presso la centralina di Lonate Pozzolo, pari a $1.042 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dieci volte inferiore al limite imposto dal DM 60/2002 che è fissato a $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Idrocarburi Non Metanici

La successiva *Tabella 5.1.6.2i* riporta la massima concentrazione media trioraria di idrocarburi non metanici stimata dal modello presso i recettori discreti in corrispondenza dei superi orari dei $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di O_3 , al fine di permettere un raffronto fra quanto stimato per lo *scenario attuale* e quanto ci si sarebbe potuti attendere se la configurazione in quelle ore fosse stata quella prevista dallo *scenario futuro*.

Tabella 5.1.6.2i *Massima Concentrazione Trioraria di NMHC alle Centraline di Qualità dell'Aria in Presenza di Superi del Limite Orario di Ozono di 200 µg/m³*

Centralina	Periodo Analizzato ⁽¹⁾	Scenario Futuro Max Conc 3 Ore ⁽²⁾ [µg/m ³]	Scenario Attuale Max. Conc. 3 Ore ⁽²⁾ [µg/m ³]	Variazione Futuro-Attuale
Ferno	23/05 ore 16	0,128	0,115	0,013
Ferno	24/05 ore 14-16	0,079	0,027	0,052
Ferno	16/07 ore 14	0,154	0,086	0,068
Ferno	18/07 ore 12-16	0,091	0,099	-0,008
Ferno	19/07 ore 11-15	0,068	0,061	0,007
Ferno	27/07 ore 13-15	0,117	0,034	0,083
Arconate	23/05 ore 15-17	0,042	0,032	0,010
Arconate	24/05 ore 14-15	0,004	0,004	0,000
Arconate	16/07 ore 13-15	0,009	0,010	-0,001
Arconate	18/07 ore 13-14	0,019	0,023	-0,004
Arconate	19/07 ore 12-15	0,013	0,013	0,000
Arconate	27/07 ore 12-15	0,009	0,009	0,000
Busto Magenta	18/07 ore 12-16	0,011	0,013	-0,002
Busto Magenta	19/07 ore 13-15	0,008	0,009	-0,001
Busto Magenta	27/07 ore 13-16	0,007	0,008	-0,001
Busto Magenta	28/07 ore 12-16	0,030	0,018	0,012
Busto Magenta	26/08 ore 16	0,013	0,014	-0,001
Busto Magenta	28/08 ore 15	0,015	0,025	-0,010
Busto Magenta	09/09 ore 13	0,019	0,023	-0,004
Castelletto	14/07 ore 12-14	0,014	0,014	0,000
Castelletto	15/07 ore 14	0,003	0,004	-0,001
Castelletto	18/07 ore 13-15	0,009	0,010	-0,001
Castelletto	19/07 ore 11-16	0,024	0,025	-0,001
Castelletto	27/07 ore 13-16	0,011	0,010	0,001
Castelletto	28/07 ore 12-13	0,010	0,006	0,004
Somma	18/07 ore 13-14	0,165	0,857	-0,692
Somma	19/07 ore 12-15	0,286	1,207	-0,921
Somma	27/07 ore 14	0,293	0,722	-0,429

⁽¹⁾ Ore in cui si è registrata una concentrazione media oraria di O₃ superiore a 200µg/m³

⁽²⁾Massima concentrazione trioraria che coinvolge almeno una delle ore del periodo con superi del limite di 200 µg/m³ di O₃

Le variazioni riscontrate nel passaggio dallo scenario attuale allo scenario futuro sono trascurabili, anche in virtù dei bassi valori assoluti stimati dal modello per questo parametro in entrambe le configurazioni.

5.1.7 Conclusioni

Il §5.1 ha quantificato gli impatti generati dalla realizzazione del *Nuovo Master Plan* di *Malpensa* sulla componente atmosfera.

Lo studio è stato condotto prendendo in considerazione la fase transitoria di cantiere e quella a regime di esercizio una volta realizzato il progetto.

Fase di Cantiere

Nella valutazione, fra i diversi cantieri che si renderanno necessari, è stato considerato quello che sicuramente risulterà essere il maggiormente impattante per la componente atmosfera, cioè quello che sarà allestito per la realizzazione della terza pista nella zona sud-occidentale dell'area aeroportuale. In fase di cantiere le polveri sono l'inquinante maggiormente impattante.

Lo studio effettuato ha condotto ad attribuire a diverse distanze le diverse classi di polverosità indicate dal Ministero dell'Ambiente nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "*Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico*". Fino ad una distanza di 300 m dal cantiere si è stimata una polverosità "media", fra i 300 e i 550 metri la polverosità si riduce a "Bassa" per poi divenire "praticamente trascurabile" a distanze superiori.

Va comunque sottolineato che l'approccio adottato è assolutamente cautelativo e che il valore stimato rappresenta la massima deposizione che può verificarsi sottovento al cantiere e non quella media nel punto considerato. Inoltre, in via del tutto conservativa, non si è tenuto conto delle opere di mitigazione descritte dettagliatamente al precedente §3.6.1.1.

Fase di Esercizio

Data la sua complessità l'analisi della fase di esercizio è stata condotta simulando due scenari:

- *Scenario attuale*: ricostruito a partire dai dati disponibili per il 2007, considerando l'assetto attuale dell'aeroporto con due piste in esercizio;
- *Scenario futuro*: ricostruito ipotizzando le condizioni emissive al 2030, con il Nuovo Master Plan Aeroportuale a regime e tre piste operative.

Sono stati considerati gli inquinanti tipicamente emessi da un aeroporto (SO_x, NO_x, PM₁₀, CO e HCNM), confrontando i risultati delle simulazioni con i limiti imposti dalla normativa vigente per ciascuno di essi. In particolare, le concentrazioni indotte di ossidi di zolfo, ossidi di azoto, polveri sottili e monossido di carbonio sono state confrontate con i limiti imposti dal *D.M. 60/2002*, mentre quelle relative agli idrocarburi non metanici sono state confrontate con i limiti del *D.P.C.M. del 28/03/1983*.

Lo studio è stato condotto in due fasi successive; la prima fase ha portato a stimare le emissioni attese per ogni inquinante e per entrambi gli scenari, mentre la seconda fase ha valutato la dispersione e le susseguenti concentrazioni di inquinanti attese al suolo.

La stima delle emissioni ha evidenziato che nel passaggio dallo *scenario attuale* allo *scenario futuro* sono attesi, in valore assoluto, un incremento delle emissioni complessive di SO_x, NO_x e CO ed un decremento delle emissioni di polveri sottili ed idrocarburi non metanici. L'assetto futuro dell'aeroporto prevede tuttavia, con la costruzione della terza pista, una miglior distribuzione delle sopracitate emissioni.

Per gli ossidi di zolfo non si prevedono variazioni significative tra i due scenari simulati. Tutti i valori calcolati rientrano ampiamente nei limiti di legge indicati per l'anidride solforosa dal DM 60/2002. Si sottolinea la scelta conservativa di confrontare i risultati ottenuti come SO_x con i limiti definiti per SO₂, che degli ossidi totali di zolfo costituisce solo una quota parte.

Gli ossidi di azoto sono, insieme al monossido di carbonio, l'inquinante predominante fra quelli emessi dall'attività aeroportuale.

Nel passaggio dallo *scenario attuale* allo *scenario futuro* sono previste per le medie annue variazioni significative solo presso i ricettori discreti in prossimità del sedime aeroportuale, in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di Lonate Pozzolo e Somma Lombardo. In particolare presso la centralina di Lonate Pozzolo si stima un incremento pari a 4 µg/m³, dovuto all'incremento delle emissioni da traffico aereo, mentre presso la centralina di Somma Lombardo si stima una riduzione pari a 15,6 µg/m³, dovuta all'effetto combinato delle riduzioni delle emissioni da traffico stradale e da piazzale (GSE che operano nel piazzale antistante il Terminal 2). Tutti i valori calcolati rientrano nei limiti di legge indicati per NO₂ dal DM 60/2002. Si sottolinea la scelta conservativa di confrontare i risultati ottenuti come NO_x con i limiti per NO₂, che degli ossidi totali di azoto costituisce solo una quota parte.

Le simulazioni effettuate hanno portato a stimare sia per lo *scenario attuale* che per lo *scenario futuro* dei superamenti del limite di 30 µg/m³ previsto dal DM 60/2002 per gli ecosistemi nelle estremità delle aree SIC e ZPS direttamente confinanti col sedime aeroportuale. In particolare, per lo *scenario attuale* si riscontra un valore di 34,7 µg/m³ nella zona retrostante il Terminal 1 in cui il SIC IT2010012 (*Brughiera del Dosso*) e la ZPS IT2080301 (*Boschi del Ticino*) si sovrappongono. Nello stesso punto, stante la differente distribuzione delle emissioni, per lo *scenario futuro* è previsto un decremento della media annua a 12,08 µg/m³; si riscontra tuttavia un valore pari a 36,65 µg/m³ presso la ZPS IT2080301 (*Boschi del Ticino*) nell'estremità in cui essa è confinante con la parte sud-occidentale del sedime aeroportuale.

La stima del 99,8° percentile conferma quanto già riscontrato per le medie annue, con una sostanziale invarianza fra i due scenari simulati. Nel calcolo delle concentrazioni di picco orarie il modello adottato è affetto da un'evidente sovrastima, che rende di fatto impossibile il confronto dei valori attesi con il limite di legge imposto dal *DM 60/2002* per NO_2 . Infatti, anche nell'ipotesi estremamente conservativa che l'aeroporto di Malpensa sia l'unico contributore alle concentrazioni di picco di NO_x della zona, il valore stimato dal modello nello *scenario attuale* riferito al 2007 è superiore a quello misurato dalle centraline più prossime all'aeroporto nel medesimo anno. I bassi valori di 99,8° percentile della media oraria misurati presso le centraline più prossime al sedime aeroportuali sono tuttavia tali da ipotizzare ragionevolmente che non ci saranno superamenti di questo parametro anche nello *scenario futuro*.

Il monossido di carbonio è l'inquinante per il quale sono attesi i maggiori incrementi del parametro di legge, in relazione all'incremento del numero delle combustioni previste. Il massimo valore di massima media mobile sulle 8 ore stimato per lo *scenario futuro* dal modello ai recettori discreti si ha presso la centralina di Lonate Pozzolo ed è pari a $1.042 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un limite imposto dal *DM 60/2002* pari a $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le polveri sottili e gli idrocarburi non metanici sono risultati inquinanti assolutamente non critici per l'attività aeroportuale. Sia per lo *scenario attuale* che per lo *scenario futuro* tutti i valori stimati rientrano ampiamente nei limiti imposti dalla normativa vigente.

5.2

AMBIENTE IDRICO

Il fabbisogno idrico dell'aeroporto di Malpensa è soddisfatto tramite prelievo di acqua dalla falda sotterranea mediante un sistema di pozzi, pertanto, il progetto non comporta alcuna interferenza diretta sul reticolo idrografico superficiale. Inoltre:

- durante la fase di cantiere verranno adottate opportune misure di mitigazione degli impatti determinati da possibili sversamenti di prodotti chimici/ combustibili impiegati;
- in fase di esercizio è previsto un aumento dei quantitativi di acque sanitarie (servizi igienici, mensa aziendale, ristoranti e bar, spogliatoi, infermerie e docce di emergenza) a seguito dell'incremento del numero di addetti e passeggeri. L'aeroporto è dotato di una propria rete fognaria che raccogli i reflui provenienti dalle diverse utenze aeroportuali e li convoglia attraverso un apposito collettore al depuratore consortile di S. Antonino; la quantità di reflui fino ad oggi inviata al depuratore consortile è risultata sempre inferiore al 50% dei limiti di capacità stabiliti dal Consorzio, per cui i quantitativi aggiuntivi saranno inviati al medesimo depuratore.

Si può quindi concludere che il progetto in esame non comporta interferenze significative sull'ambiente idrico superficiale.

Il seguito del presente Paragrafo illustra, pertanto, il modello numerico di flusso della falda realizzato per valutare l'impatto sulla componente idrogeologica indotto dallo scalo aeroportuale di Malpensa e dalle attività ad esso correlate.

Per il conseguimento di tale obiettivo è stato realizzato un modello numerico di flusso in 3D relativo all'acquifero tradizionale, utilizzando il codice di calcolo alle differenze finite *MODFLOW 2000*.

L'area modellata comprende diversi comuni della provincia di Varese e di Milano: si estende a nord fino ai comuni di Somma Lombardo, Arsago Seprio, Cavaria con Premezzo, Oggiona con Santo Stefano e Cassano Magnano; a sud fino ai comuni di Nosate e Buscate.

L'acquifero simulato è il cosiddetto Acquifero Tradizionale, costituito dall'unità idrostratigrafica ghiaioso-sabbiosa, identificata come gruppo acquifero A o "Primo Acquifero", dall'unità sabbioso-ghiaiosa identificata come gruppo acquifero B o "Secondo Acquifero" e dall'unità a conglomerati e arenarie ⁽¹⁾.

Così come per le altre componenti, anche per le acque sotterranee si sono simulati due diversi scenari:

(1) Fonte: Autorità Ambito Territoriale Ottimale. "Studio Idrogeologico ed Idrochimico della provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili"

- *Scenario attuale*: ricostruito a partire dai dati disponibili per il 2007, considerando l'assetto attuale dell'aeroporto con due piste in esercizio;
- *Scenario futuro*: ricostruito ipotizzando le condizioni al 2030, con il Master Plan aeroportuale a regime e tre piste operative.

Nei Paragrafi successivi vengono descritti:

- i dati di ingresso disponibili e la loro elaborazione;
- il modello concettuale;
- il modello di flusso elaborato.

5.2.1 *Dati Disponibili e loro Elaborazione*

Per l'esecuzione del presente studio sono stati esaminati i dati provenienti da alcuni studi effettuati nel territorio di interesse, in particolare i seguenti:

- PTUA della Regione Lombardia. *Allegato 4 alla Relazione generale – Bilanci idrologici di dettaglio a scala del bacino: il caso dell'Olonza settentrionale*;
- Autorità Ambito Territoriale Ottimale. *“Studio Idrogeologico ed Idrochimico della provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili”*.

Sono stati, inoltre, ottenuti dati da numerosi Enti Pubblici o Gestori del Servizio Idrico Integrato, in particolare:

- Azienda Multiservizi Comunali AMSC S.p.A. per quanto riguarda i Comuni di Gallarate, Cardano al Campo, Casorate Sempione, Somma Lombardo;
- CAP Gestione S.p.A. per il Comune di Vanzaghello;
- SAP S.p.A. per i Comuni di Ferno e Lonate Pozzolo;
- Azienda Servizi Speciali di Samarate S.p.A.;
- AGESP S.p.A. per il Comune di Busto Arsizio.;
- ASSC per il Comune di Samarate;
- ARPA Lombardia Dipartimento di Varese – Settore Geologia;
- Regione Lombardia.

I principali dati elaborati per l'impostazione del modello idrogeologico sono stati i seguenti:

- quota del piano campagna;
- quota della base dell'Acquifero Tradizionale;
- dati meteorologici;
- dati piezometrici;
- parametri idrogeologici.

Nel seguito si riporta una descrizione per ciascuna tipologia di dati.

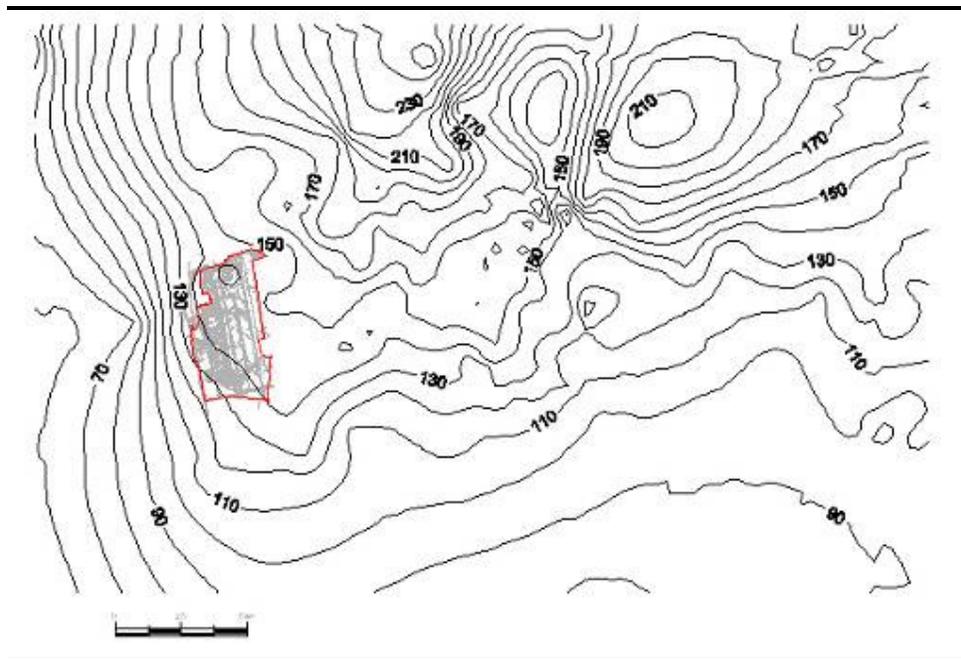
Quota del Piano Campagna

I valori della quota del piano campagna ⁽¹⁾ sono state interpolati ottenendo un Modello Digitale del Terreno (DTM), successivamente utilizzato per la definizione delle quote del tetto del modello.

Quota della Base dell'Acquifero Tradizionale

Per la definizione della base dell'Acquifero Tradizionale⁽²⁾ sono state digitalizzate e interpolate le stratigrafie di oltre 300 punti tra pozzi e piezometri utilizzando il software *Surfer 8.0*, prodotto dall'azienda americana *Golden Software*. Il risultato di tale interpolazione è rappresentato in *Figura 5.2.1a*.

Figura 5.2.1a *Quota della Base dell'Acquifero Tradizionale (m s.l.m.)*



Dati Meteorologici

Per la definizione dei valori di ricarica dovuta all'infiltrazione efficace da inserire nel modello di flusso sono stati analizzati i dati di precipitazione

(1) Fonte dati: National Aeronautics and Space Administration (NASA). USA

(2) Fonte dati: Autorità Ambito Territoriale Ottimale. "Studio Idrogeologico ed Idrochimico della provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili"

cumulata giornaliera e di temperatura media giornaliera dell'aria forniti da ARPA Lombardia e riferiti al periodo gennaio 2002 – novembre 2008. I dati sono stati successivamente aggregati sul periodo mensile per le elaborazioni successive.

L'evapotraspirazione potenziale media mensile e media annua sono state calcolate a partire dai dati di temperatura media mensile mediante l'applicazione della formula di *Tornthwaite*.

In *Figura 5.2.1b* si riporta il grafico dei dati mensili delle precipitazioni (P), delle temperature (T) e dell'infiltrazione efficace (IE). La *Tabella 5.2.1a* riporta i valori di infiltrazione efficace media annua calcolati per ciascuna unità idrogeologica rappresentata nel modello di flusso dell'Acquifero Tradizionale.

Figura 5.2.1b *Precipitazioni, Infiltrazione Efficace e Temperature Medie Mensili*

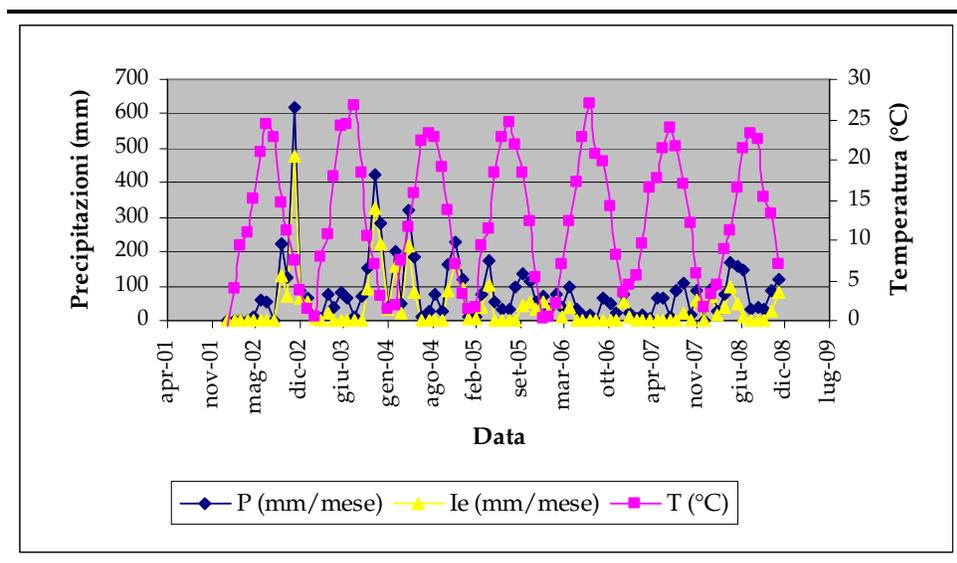


Tabella 5.2.1a *Infiltrazione Efficace Media Annua*

Unità idrogeologica	IE (m/giorno)
Depositi fluvioglaciali grossolani (Würm)	1,32E-03
Depositi fluvioglaciali antichi (Minder/Riss)	6,59E-04
Depositi glaciali (Würm)	3,29E-04
Zone urbanizzate	3,29E-04

Dati Piezometrici

I dati a disposizione per la ricostruzione dell'andamento piezometrico dell'area di interesse sono stati forniti direttamente da *SEA S.p.A.* per quanto riguarda i dati interni allo scalo aeroportuale mentre i dati idrogeologici dei pozzi esterni sono stati reperiti presso i diversi Enti gestori del Servizio Idrico

Integrato o presso il settore ambiente dei comuni limitrofi all'aeroporto di Malpensa. La raccolta dati ha interessato circa 20 comuni.

I dati raccolti vanno dal 2004 fino al 2007 ad esclusione del comune di Samarate per il quale sono stati reperiti, per alcuni piezometri, anche i dati piezometrici del 2008.

Per la calibrazione del modello nello scenario attuale sono stati utilizzati i dati della piezometria media del 2007. La piezometria è stata interpolata utilizzando 25 misure piezometriche, inserite successivamente come *target* di calibrazione nel modello di flusso semi-statico dello scenario attuale (*Paragrafo 5.2.3.5*). L'andamento piezometrico di alcuni piezometri interni ed esterni allo scalo aeroportuale di Malpensa è riportato rispettivamente nelle *Figura 5.2.1c* e nella *Figura 5.2.1d*

Figura 5.2.1c *Andamento Piezometrico di Piezometri Interni all'Aeroporto (Anno 2007)*

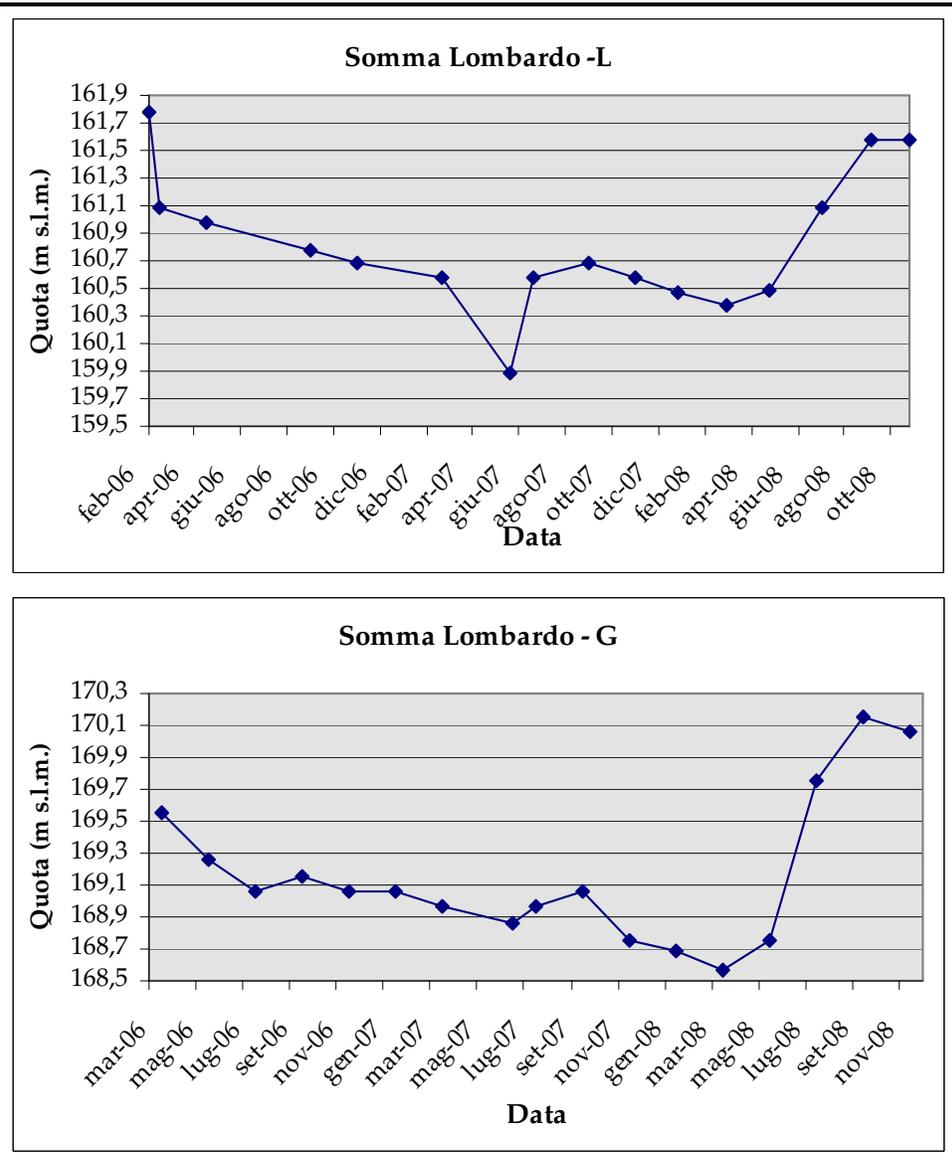
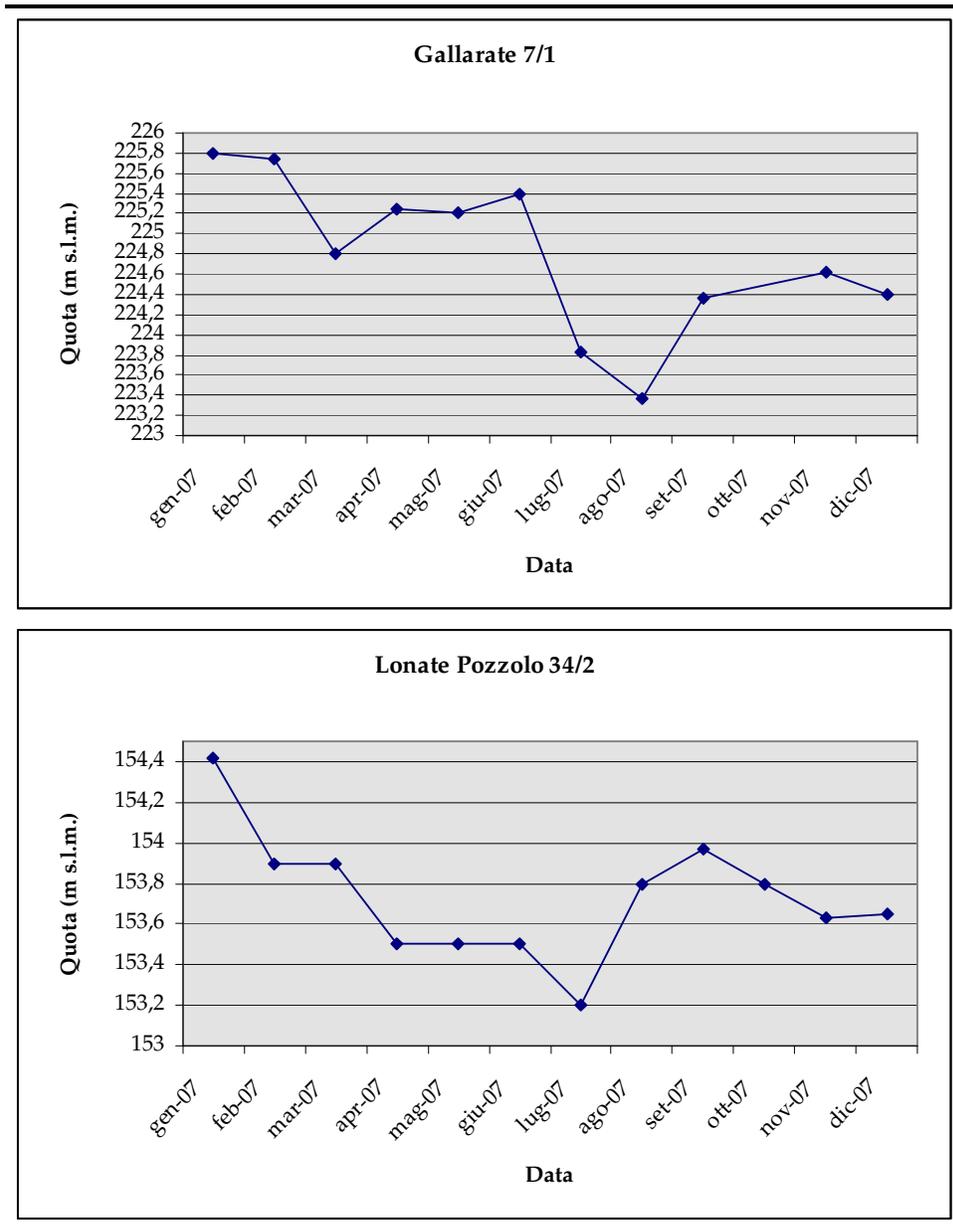


Figura 5.2.1d *Andamento Piezometrico di Piezometri Esterni all'Aeroporto (Anno 2007)*



Parametri Idrogeologici

I valori di conducibilità idraulica sono stati ottenuti dall'interpretazione delle prove di pompaggio eseguite su 38 pozzi esterni allo scalo aeroportuale di Malpensa e ricadenti nei diversi comuni limitrofi all'aeroporto; i dati di partenza sono i valori di portata del pozzo, di livello statico e dinamico misurati durante il collaudo dei pozzi (*Tabella 5.2.1b*).

Per il calcolo della trasmissività dell'acquifero è stata stimata un'efficienza idraulica dei pozzi pari a circa l'80%.

Tabella 5.2.1b Parametri Idrogeologici

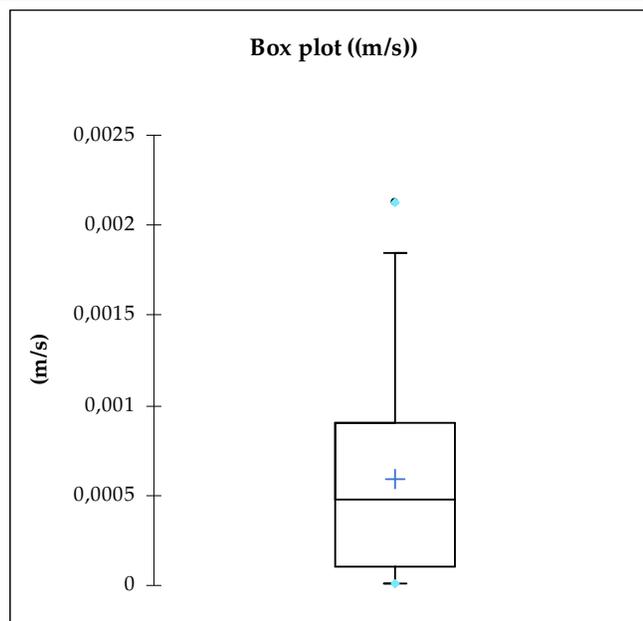
Comune	Pozzo	x	y	I.s. (m da b.p.)	I.d. (m da b.p.)	s' (m)	Q (l/s)	T (m ² /s)	k (m/s)
Arsago Seprio	3	1479460	5060150	84	133	39,2	6	1,84E-04	1,59E-05
Arsago Seprio	5	1479030	5062190	27,9	32	3,28	38,5	1,41E-02	7,13E-04
Casorate Sempione	3	1479520	5056150	58	61	2,4	25	1,25E-02	5,92E-04
Ferno	22	1477220	5052680	46,64	47,2	0,45	6	1,61E-02	2,01E-03
Gallarate	9	1483140	5055620	21	35,5	11,6	14,5	1,50E-03	6,75E-05
Gallarate	10	1484870	5054260	16	18	1,6	12,5	9,38E-03	6,99E-04
Gallarate	11	1485250	5054620	19,3	24,3	4	26	7,80E-03	6,24E-04
Gallarate	22/2a	1482370	5058120	34	46,1	9,68	4,5	5,58E-04	6,23E-05
Gallarate	46/1	1483790	5058050	18	50	25,6	6,9	3,23E-04	2,82E-05
Gallarate	47/2	1484230	5058010	8	39	24,8	20	9,68E-04	5,56E-05
Gallarate	71/1	1484410	5056530	11,7	19,2	6	3	6,00E-04	3,04E-04
Gallarate	72	1484880	5056480	25	37	9,6	8	1,00E-03	1,17E-04
Gallarate	75/2	1485890	5056050	29	43	11,2	13,8	1,48E-03	1,15E-04
Gallarate	81	1483300	5055750	26	32	4,8	10	2,50E-03	2,02E-04
Lonate Pozzolo	24	1478640	5047370	37	40	2,4	20	1,00E-02	6,33E-04
Lonate Pozzolo	30	1477150	5051170	45	46	0,8	27,7	4,16E-02	1,96E-03
Lonate Pozzolo	34/1	1479850	5047100	31	33	1,6	30	2,25E-02	9,17E-04
Lonate Pozzolo	58/1 - I	1477996	5051518	51,6	51,8	0,16	5,6	4,20E-02	2,32E-03
Lonate Pozzolo	58/1 - I	1477996	5051518	51,6	57,5	4,72	72	1,83E-02	1,01E-03
Lonate Pozzolo	58/2 - L	1477906	5051289	51,6	52,8	0,96	14,6	1,83E-02	1,04E-03
Lonate Pozzolo	58/2 - L	1477906	5051289	51,6	61,3	7,76	55,5	8,58E-03	4,90E-04
Samarate	3/1	1483900	5052610	21	31	8	11,5	1,73E-03	2,14E-04
Samarate	4/1	1484560	5050430	29	33	3,2	16,5	6,19E-03	3,09E-04
Samarate	5	1481085	5052910	45	49	3,2	30	1,13E-02	5,54E-04
Samarate	21/2	1484530	5052130	25	32,5	6	12,5	2,50E-03	1,37E-04
Samarate	26	1483590	5053240	28	44	12,8	25	2,34E-03	8,89E-05
Samarate	34	1484640	5050230	30	40	8	5	7,50E-04	8,97E-05

Comune	Pozzo	x	y	I.s. (m da b.p.)	I.d. (m da b.p.)	s' (m)	Q (l/s)	T (m ² /s)	k (m/s)
Somma Lombardo	2/2	1477220	5059300	89	94	4	43	1,29E-02	8,87E-04
Somma Lombardo	7/2	1472410	5058810	39	41	1,6	25	1,88E-02	1,55E-03
Somma Lombardo	21/2	1475520	5055370	0,5	13,6	10,4 8	26	2,98E-03	1,98E-04
Somma Lombardo	21/3	1475520	5055370	2,1	12	7,92	20	3,03E-03	1,88E-04
Somma Lombardo	23	1478040	5058390	80,4	88	6,08	4	7,89E-04	9,05E-05
Somma Lombardo	25	1477325	5054560	59,6	69,7	8,08	12	1,78E-03	8,91E-05
Somma Lombardo	26/3	1472330	5058450	23	24	0,8	10	1,50E-02	1,08E-03
Somma Lombardo	47 - G	1477349	5053200	59,6	60,6	0,8	17,6	2,64E-02	1,57E-03
Somma Lombardo	47 - G	1477349	5053200	59,6	63,8	3,36	78,3	2,80E-02	1,66E-03
Castano Primo	20	1481275	5046008	26,55	29,65	2,48	42	2,03E-02	6,10E-04
Nosate	2	1478519	5044603	33	37	3,2	42	1,58E-02	1,33E-03

La distribuzione dei dati di conducibilità idraulica è stata analizzata realizzando il *box plot*, che ha permesso anche di individuare i potenziali *outliers* (Figura 5.2.1e). Sono quindi state calcolate le statistiche di base per ciascun parametro come valore medio, minimo, massimo, intervallo di confidenza della media, ecc. (Tabella 5.2.1c), che hanno consentito di definire un valore di conducibilità idraulica rappresentativo.

Figura 5e.2.1

Box Plot dei Valori di Conducibilità Idraulica (m/s)



Come si evince dalla *Figura 5.2.1e* si è individuato un unico valore da considerare *outlier* (evidenziato in azzurro) corrispondente al pozzo di Lonate Pozzolo 58/1 – I, che è stato scartato dai calcoli per la stima della conducibilità idraulica media.

A causa della scarsità di dati a disposizione, da tale elaborazione si è ricavato un unico valore di conducibilità idraulica. Il valore ottenuto è $k= 6,84 \times 10^{-4}$ m/s pari a circa 56 m/g, da considerare come valore medio rappresentativo per l'Acquifero Tradizionale nell'area in studio.

Tabella 5.2.1c *Dati Quantitativi della Conducibilità Idraulica (m/s)*

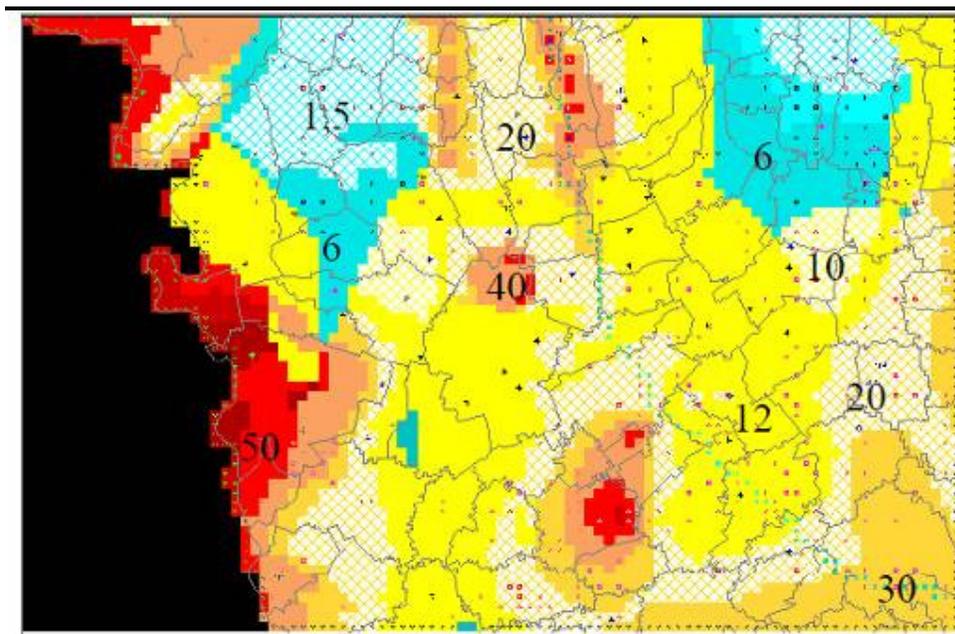
Statistica	(m/s)	(m/g)
No. di osservazioni	38	
Minimo	0,000015	1,26
Massimo	0,002124	183,53
Media	0,000648	55,97
Varianza (n-1)	0,000000	0,03
Deviazione standard (n-1)	0,000585	50,55
Limite inf. della media (95%)	0,000401	34,69
Limite sup. della media (95%)	0,000786	67,92
Media geometrica	0,000312	26,96
Media armonica	0,000131	11,34

Come si vede dalla *Tabella*, il valore minimo riscontrato è $k= 1,5 \times 10^{-5}$ m/s ed il valore massimo è $k= 2,1 \times 10^{-3}$ m/s, con una variazione di oltre due ordini di grandezza, a conferma del fatto che vi è una notevole incertezza nell'attribuzione di un unico valore di conducibilità per tutta l'area modellata.

Per poter raggiungere un maggiore livello di dettaglio nell'attribuzione di diverse zone di conducibilità idraulica si è preso in considerazione il modello sviluppato nell'ambito del Programma di tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia⁽¹⁾ (*Figura 5.2.1f*).

(1) Fonte dati: Geologia degli Acquiferi Padani della regione Lombardia - Allegato 4 alla Relazione generale – Bilanci idrologici di dettaglio a scala del bacino: il caso dell'Olonza settentrionale.

Figura 5.2.1f *Modello di Flusso PTUA Lombardia: Distribuzione dei Valori di k (ml/g)*



Confrontando i valori di conducibilità idraulica del modello sviluppato nell'ambito del PTUA (Figura 5.2.1f) con il risultato medio ottenuto dai dati di collaudo, si può constatare che il valore ottenuto dall'interpretazione delle prove idrauliche, seppur lievemente sovrastimato, è dello stesso ordine di grandezza dei valori utilizzati per il modello PTUA, a conferma della validità del metodo utilizzato.

5.2.2 *Descrizione del Modello Concettuale Idrogeologico*

Il Modello Concettuale idrogeologico dello scalo aeroportuale di Malpensa è sinteticamente descritto nel presente Paragrafo.

Per quanto riguarda la geologia dell'area vengono elencate nel seguito le successioni geologiche a partire dalla più antica:

- **Gonfolite:** formazione tardo orogenica di età oligo-miocenica;
- **Serie pre Ceppo:** la serie comprende le unità di origine deltizia/fluviale e glaciale presenti al di sotto del Ceppo. Pliocene;
- **Ceppo:** conglomerato di origine fluviale;
- **Complesso glaciale antico:** comprende le unità glaciali più antiche del Quaternario;
- **Complesso glaciale recente;**
- **Unità postglaciale.**

Dal punto di vista idrogeologico nell'area si distinguono due acquiferi: l'Acquifero Tradizionale e l'Acquifero Profondo. L'acquifero simulato dal

modello è esclusivamente l'Acquifero Tradizionale, suddiviso nelle seguenti unità idrostratigrafiche ⁽¹⁾:

- **Unità Ghiaioso-sabbiosa** (facies fluviali dell'Olocene-Pleistocene Superiore);
- **Unità Sabbioso-Ghiaiosa** (facies fluviali del Pleistocene Medio);
- **Unità a Conglomerati e Arenarie** (facies fluviali del Pleistocene Inferiore).

Queste unità sono state più di recente riclassificate nelle nuove unità idrostratigrafiche ⁽²⁾:

- **Gruppo Acquifero A** (Olocene-Pleistocene Medio): all'incirca corrispondente all'unità ghiaioso-sabbiosa;
- **Gruppo Acquifero B** (Pleistocene Medio): all'incirca corrispondente alle unità Sabbioso-Ghiaiosa e a Conglomerati e Arenarie.

L'unità ghiaioso-sabbiosa, corrispondente al gruppo acquifero A, viene identificata come Primo Acquifero, caratterizzato dalla netta prevalenza di litotipi grossolani con lenti argillose di limitato spessore ed estensione areale. L'unità Sabbioso-Ghiaiosa e l'unità a Conglomerati e Arenarie, corrispondenti al Gruppo Acquifero B, vengono invece identificate come Secondo Acquifero, costituito da un'alternanza di depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e limoso-argillosi, talora con lenti cementate conglomeratiche o arenatiche. L'insieme di questi due acquiferi costituisce l'Acquifero Tradizionale propriamente detto, contenente la falda tradizionalmente sfruttata dai pozzi di captazione a scopo potabile.

L'Acquifero Tradizionale, costituito da un complesso sistema multi falda arealmente continuo che viene assimilato a un acquifero monostrato, è caratterizzato da una buona estensione sia areale che verticale con profondità della base comprese tra i 180 e 250 m profondità dal p.c..

Dal punto di vista morfologico l'area modellata ricade all'interno di una regione di pianura terrazzata corrispondente all'area di massima estensione delle piane fluvioglaciali.

L'idrografia della zona è costituita prevalentemente dalla presenza del fiume Ticino che costituisce il limite orientale dell'area modellata. Il fiume drena la falda in tutto il suo percorso. L'alveo del fiume Ticino è di origine naturale.

5.2.3 *Modello di Flusso della Falda*

Il presente paragrafo descrive il modello numerico di flusso della falda superficiale realizzato per valutare l'impatto sulla falda locale indotto dallo

(1) Avanzini M., Beretta G. P., Francani V. e Nespoli M., 1994.

(2) Regione Lombardia, Eni Divisione Agip. Geologia degli acquiferi padani, 2002.

scalo aeroportuale di Malpensa e dalle attività ad esso correlate, valutato per due diversi scenari: attuale (anno 2007) e futuro (anno 203025).

Il modello è stato realizzato utilizzando l'interfaccia grafica *Groundwater Vistas 5*, prodotta dall'azienda anglo-americana *ESI Ltd* ⁽¹⁾.

Per lo svolgimento del presente studio si sono impostati tre diversi modelli:

1. Stato semi-stazionario: usato come base di partenza per la calibrazione del modello;
2. Stato dinamico 1: con i pozzi pubblici accesi e i pozzi dell'aeroporto spenti
3. Stato dinamico 2: con i pozzi sia pubblici che privati (interni allo scalo aeroportuale) accesi in:
 - *scenario attuale*
 - *scenario futuro*

Di seguito si descrivono sinteticamente le caratteristiche del modello di flusso i risultati ottenuti.

5.2.3.1 *Codice di Calcolo*

Per la realizzazione del modello è stato utilizzato il codice di calcolo alle differenze finite *MODFLOW 2000* ⁽²⁾, prodotto dal Servizio Geologico degli Stati Uniti (*USGS*), uno dei codici di calcolo per modellazione idrogeologica più diffusi ed apprezzati al mondo.

5.2.3.2 *Definizione della Griglia alle Differenze Finite*

La definizione della griglia alle differenze finite per il modello di flusso è stata indirizzata dalle seguenti necessità:

- costruire una griglia di calcolo di ampio respiro nei dintorni dello scalo aeroportuale di Malpensa al fine di realizzare un modello il più possibile basato sugli elementi fisici dell'area;
- assicurare un buon dettaglio di calcolo nell'area del sito;
- limitare il più possibile il numero di celle del modello per ridurre i tempi di elaborazione e la dimensione dei *file* di *output*.

La griglia ha forma quadrata e si estende per circa 20 x 20 km coprendo un'area di 400 km². È costituita da 200 righe e 200 colonne ed un singolo strato per un totale di poco superiore a 28.600 celle attive. Le celle sono regolari e hanno dimensione 100 x 100 m.

(1) Environmental Simulations, Inc., 2007. *Groundwater Vistas* version 5. Reinholds, PA

(2) Harbaugh A.W. et. al. *MODFLOW 2000, the U.S. Geological Survey Modular Ground-Water Model*. Reston (VA), 2000.

Non è stato necessario ruotare la griglia del modello in quanto già impostata con la direzione di flusso prevalente della falda allineata con le righe del modello.

5.2.3.3 *Condizioni al Contorno*

Le condizioni al contorno presenti nel modello sono elencate nel seguito e sono rappresentate in *Figura 5.2.3.3a*:

Limite Nord

A Nord è stato inserito un limite a carico costante *Constant Head (CH)* con carico idraulico pari a 245 m s.l.m., impostato in corrispondenza della linea isopiezometrica ricavata dall'elaborazione della piezometria media 2007 eseguita con il software *Surfer 8.0*.

Limite Sud

Il limite Sud è invece rappresentato da un limite di *Cauchy* a flusso dipendente dal carico (*General Head Boundary*) con valori di carico compresi tra 142 m s.l.m. e 153,5 m s.l.m. procedendo da Ovest verso Est. I valori di carico sono stati definiti sempre sulla base della piezometria media 2007.

Limite Ovest

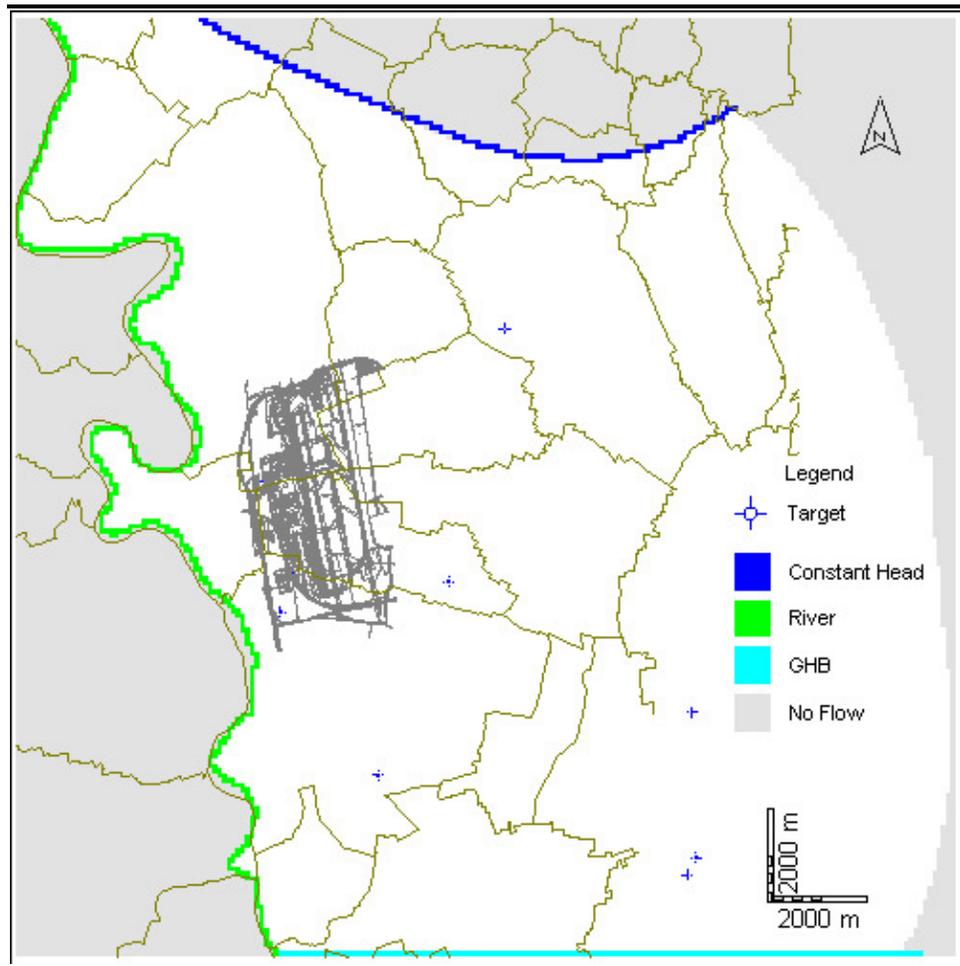
Nella zona occidentale dell'area del modello scorre il fiume Ticino, che svolge un effetto di drenaggio della falda. Il fiume è stato simulato mediante celle a flusso dipendente dal carico (*River*).

Le caratteristiche geometriche dell'alveo dei corsi d'acqua (quota del fondo, quota idrometrica, larghezza dell'alveo) sono state derivate dal *DTM* e dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000. I parametri che determinano la conduttanza del fondo dei corsi d'acqua sono stati inseriti inizialmente sulla base di informazioni di letteratura e successivamente ottimizzate durante la calibrazione del modello.

Limite Est

Il limite Est del modello è stato rappresentato con celle a flusso nullo il cui margine è allineato lungo una linea di flusso della falda determinata nella piezometria media 2007.

Figura 5.2.3.3a Condizioni al Contorno del Modello



5.2.3.4 Proprietà

Le proprietà areali inserite nel modello sono la conducibilità idraulica, la geometria dell'acquifero (le quote della base e del tetto) e la ricarica. Nel seguito si riporta una descrizione di tali proprietà.

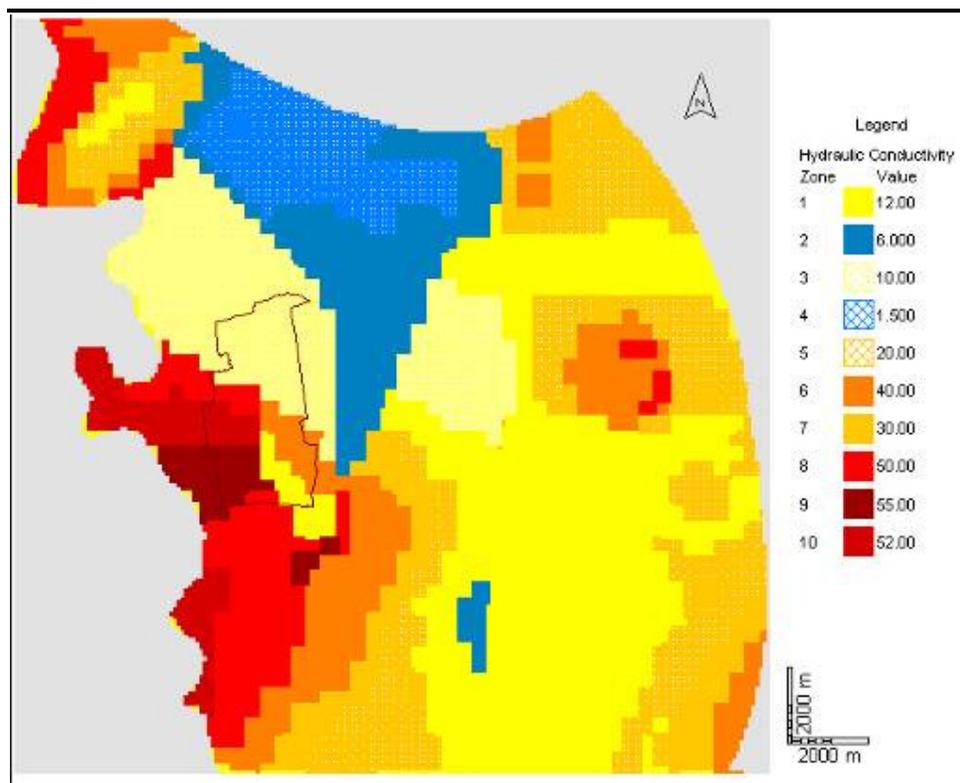
Conducibilità Idraulica

Nel modello sono state inserite 10 zone di conducibilità idraulica (*Tabella 5.2.3.4a* e *Figura 5.2.3.4a*), definite coerentemente con il modello del PTUA della Regione Lombardia (*Figura 5.2.1f*).

Tabella 5.2.3.4a Zone di Conducibilità Idraulica Inserite nel Modello (m/g)

Zona	Conducibilità idraulica
1	12
2	6
3	10
4	1,5
5	20
6	40
7	30
8	50
9	55
10	52

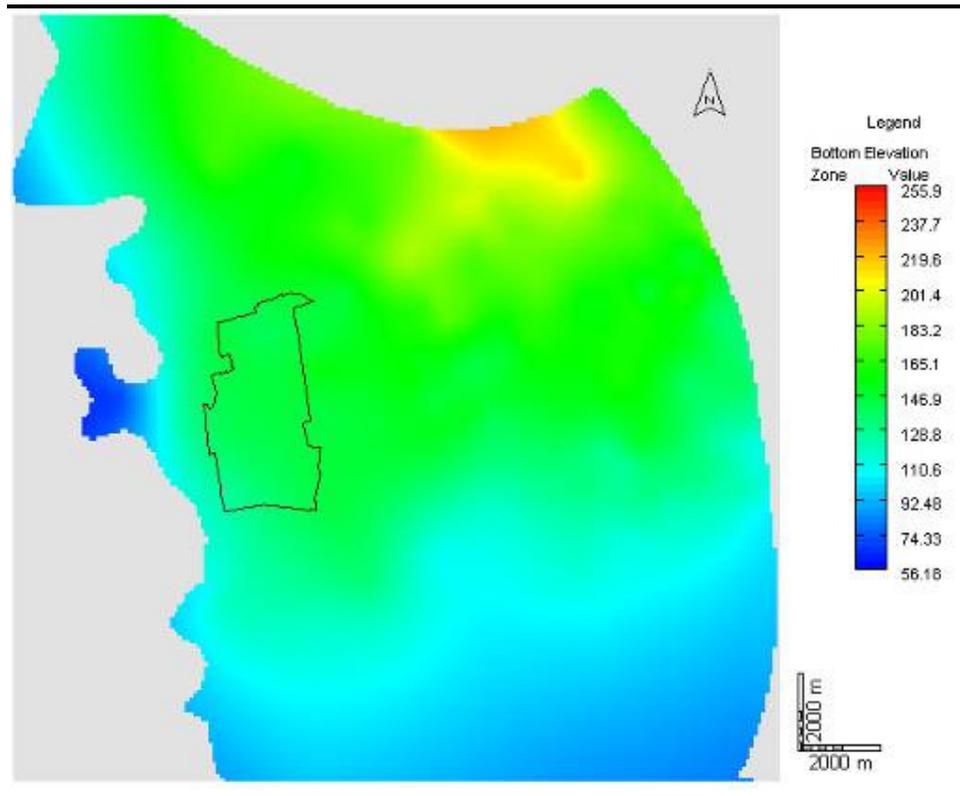
Figura 5.2.3.4a Zone di Conducibilità Idraulica Inserite nel Modello (m/g)



Geometria dell'Acquifero

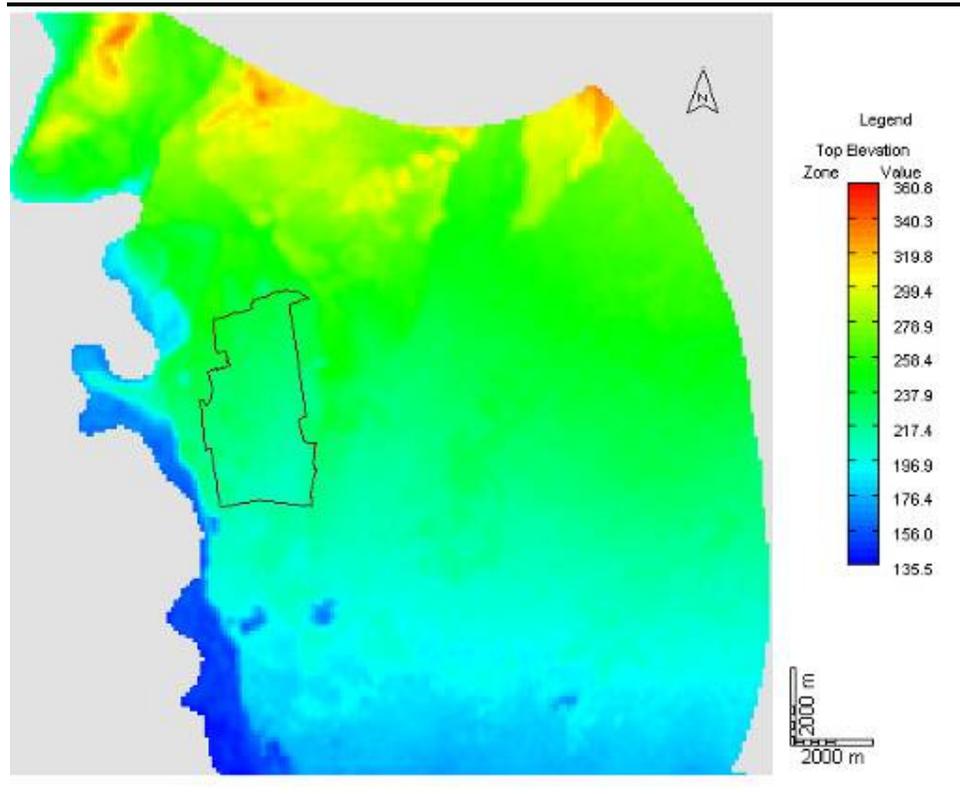
Le quote della base dell'acquifero tradizionale simulato sono state ricavate dalle stratigrafie di oltre 300 punti tra pozzi e piezometri estratte dalla Relazione Tecnica di Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia. Le misure disponibili sono state interpolate con il software *Surfer 8.0*. Il risultato di tale elaborazione è stato poi importato in *Groundwater Vistas* (Figura 5.2.3.4b).

Figura 5.2.3.4b Base dell'Acquifero Tradizionale (m s.l.m.)



Le quote del tetto dell'acquifero sono state poste pari alle quote del piano campagna (Figura 5.2.3.4c).

Figura 5.2.3.4c Tetto dell'Acquifero Tradizionale (m s.l.m.)



Ricarica

La ricarica media mensile è stata calcolata sottraendo alle piogge cumulate mensili l'evapotraspirazione potenziale media mensile e moltiplicando il risultato per il coefficiente di infiltrazione potenziale (C.I.P.), secondo la seguente formula:

$$R = I_e = (P - ET_p) \text{ C.I.P.} \quad \text{con } (P - ET_p) \geq 0 \quad [5.1]$$

$$R = I_e = 0 \quad \text{con } (P - ET_p) < 0 \quad [5.2]$$

dove:

- R è la ricarica areale (m/giorno);
- I_e è l'infiltrazione efficace (m/giorno), che corrisponde alla ricarica della falda;
- P rappresenta la somma delle precipitazioni cumulate medie mensili (m/ giorno);
- ET_p rappresenta l'evapotraspirazione potenziale media annua, calcolata a partire dalle temperature medie mensili con il metodo di Thornthwaite (m/ giorno);
- C.I.P. è il coefficiente di infiltrazione potenziale (adimensionale), che rappresenta la percentuale delle piogge efficaci (le piogge al netto

dell'evapotraspirazione potenziale) che si infiltrano nel terreno e raggiungono per percolazione la superficie piezometrica.

Dalle elaborazioni condotte è stato possibile ricavare un valore di ricarica per ogni formazione geologica presente nell'area. Per la delimitazione delle zone urbanizzate si è fatto riferimento alla mappa di copertura del suolo presente sul sito internet della Regione Lombardia.

Per il calcolo del valore di ricarica si sono stimati, in base a dati di letteratura, dei valori di coefficiente di infiltrazione potenziale (C.I.P.):

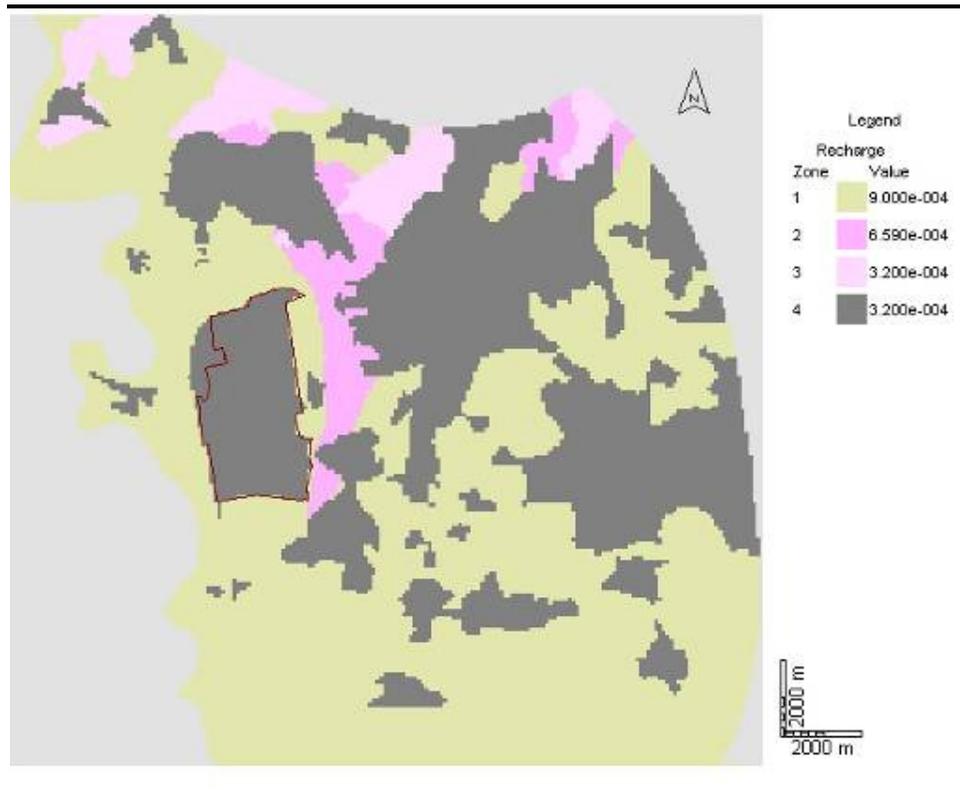
- 0,8 per i depositi fluvioglaciali grossolani (Würm);
- 0,4 per i depositi fluvioglaciali antichi (Minder/Riss);
- 0,2 per i depositi glaciali (Würm);
- 0,2 per le zone urbanizzate.

I valori di ricarica sono stati sottoposti a calibrazione, che ha portato alla valutazione dei valori finali indicati in *Tabella 5.2.3.4b*. Una rappresentazione delle differenti zone di ricarica inserite nel modello di flusso è presentata in *Figura 5.2.3.4d*.

Tabella 5.2.3.4b Valori di Ricarica Areali per Unità Idrogeologica (m/g)

Unità idrogeologica	R	R calibrata
depositi fluvioglaciali grossolani (Würm)	1,32E-03	9,00E-04
depositi fluvioglaciali antichi (Minder/Riss)	6,59E-04	6,59E-04
depositi glaciali (Würm)	3,29E-04	3,29E-04
zone urbanizzate	3,29E-04	3,29E-04

Figura 5.2.3.4d *Distribuzione dei Valori di Ricarica (ml/g)*



5.2.3.5 *Calibrazione in Condizioni Semi-Statiche*

Criteri Generali

La calibrazione del modello consiste nell'ottimizzare le condizioni al contorno ed il valore dei parametri idrogeologici in ingresso in modo da ottenere la massima corrispondenza tra l'altezza piezometrica misurata e simulata presso i punti di misura piezometrici disponibili (*target* o obiettivi di calibrazione).

Groundwater Vistas calcola automaticamente una serie di parametri statistici relativi alla distribuzione degli scarti tra piezometria simulata e misurata: la somma del quadrato degli scarti, la deviazione standard degli scarti, ecc. Questi parametri permettono di verificare la corrispondenza tra la piezometria reale e quella simulata dal modello.

La calibrazione può essere eseguita in modo semi-automatico mediante una procedura denominata analisi di sensibilità, che consiste nell'eseguire numerose volte il modello modificando ad ogni *run* il valore dei parametri in input moltiplicandoli per dei fattori moltiplicativi scelti dall'utente, registrando il corrispondente valore degli scarti ai target e selezionando il valore dei parametri che minimizza il valore degli scarti.

L'analisi di sensibilità è dunque una procedura "trial and error" di affinamento progressivo, che deve essere eseguita criticamente dal modellista in modo da evitare di inserire nel modello valori delle caratteristiche idrauliche non realistici.

Per quanto riguarda il valore dello scarto medio tra piezometria calcolata e misurata, le principali linee guida internazionali relative alla calibrazione dei modelli numerici della falda (in particolare *ASTM D-5981-96*, *UK EA – W213*, *USA EPA/540/S-92/005*), nonché le più importanti pubblicazioni in materia (*Anderson, 1992*) indicano che lo scarto massimo accettabile deve essere calcolato come frazione della differenza tra la quota piezometrica massima e minima nel dominio di modellazione (Δh); nonostante nessuna pubblicazione indichi un valore accettabile in termini generali, la frazione generalmente accettata è pari al 10% del Δh .

Modello in Condizioni Semi-Statiche

Il modello in condizioni semi-statiche è servito come base di partenza per gli scenari simulati in condizioni dinamiche attuali e future ed è stato quindi fondamentale per la calibrazione dei parametri inseriti.

La calibrazione del modello è stata eseguita su due diversi fronti:

1. cercando di minimizzare gli scarti tra l'altezza piezometrica media del 2007, ottenuta interpolando le misure registrate in 25 pozzi distribuiti sull'area, e le quote piezometriche simulate dal modello;
2. confrontando la piezometria simulata con la piezometria calibrata e validata ottenuta dallo studio del PTUA della Regione Lombardia.

Il modello viene definito in condizioni semi-statiche in quanto il livello piezometrico misurato nei pozzi, utilizzati come *target* di calibrazione del modello, è stato misurato spegnendo la pompa del pozzo e attendendo fino ad un parziale riequilibrio delle quote piezometriche.

Ai fini dell'ottimizzazione della calibrazione è stata presa come riferimento anche la piezometria del 2003 utilizzata per calibrare il modello del PTUA ⁽¹⁾ della Regione Lombardia, ritenuta significativa perché ottenuta interpolando una notevole quantità di dati piezometrici.

Per minimizzare gli scarti tra le quote piezometriche misurate e quelle simulate dal modello si è agito eseguendo numerose analisi di sensibilità sui principali parametri di *input* del modello, modificandone progressivamente il valore rispetto al valore iniziale e verificando gli effetti sul campo di moto simulato. Individuati i parametri più sensibili, quelli cioè la cui variazione determina gli effetti più significativi sul reticolo di flusso simulato, si è proceduto ad ottimizzarne il valore, verificando che il valore inserito fosse realistico. L'analisi di sensibilità fatta su un modello con buona stabilità

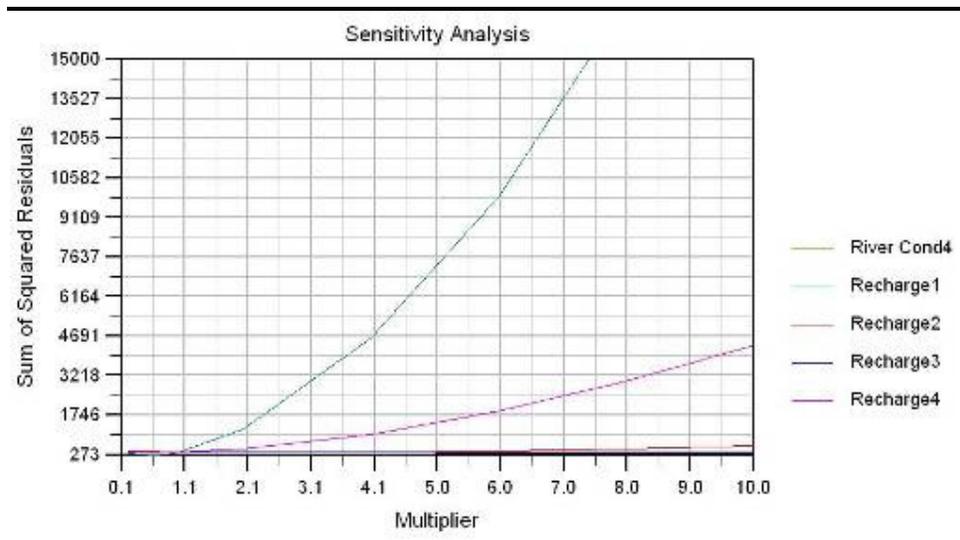
(1) Allegato 4 alla Relazione generale – Bilanci idrologici di dettaglio a scala del bacino: il caso dell'Olona settentrionale

numerica dovrebbe mostrare una curva a campana dei diversi parametri, con un valore minimo che dovrebbe oscillare intorno all'unità.

In particolare si è agito sui valori di ricarica e della condizione al contorno *River* inseriti nel modello, che sono risultati quelli più sensibili, dal momento che si è deciso di non calibrare i valori di conducibilità idraulica, derivati da una fonte considerata attendibile.

In *Figura 5.2.3.5a* si riporta il grafico dell'analisi di sensibilità eseguita: il grafico mostra l'andamento dello scarto quadratico medio in funzione della variazione del valore a loro assegnato.

Figura 5.2.3.5a **Analisi di Sensibilità della Ricarica**



Il minimo valore degli errori si ottiene utilizzando il *moltiplicatore 1* per tutte le caratteristiche sottoposte ad analisi di sensibilità, il che è indice di corretta calibrazione del modello. La forma delle curve è abbastanza regolare, il che suggerisce una buona stabilità e affidabilità del modello dal punto di vista numerico.

Come si evince dal grafico, la ricarica è un parametro molto sensibile soprattutto per le zone 1 e 4 corrispondenti rispettivamente all'unità depositi fluvio-glaciali grossolani (Würm) ed alle zone urbanizzate.

In *Figura 5.2.3.5b* viene invece mostrato il grafico di calibrazione ottenuto: i punti appaiono ben allineati sulla retta teorica con inclinazione 45 gradi. I parametri statistici di calibrazione, rappresentati nella *Tabella 5.2.3.5a*, indicano che il modello ha un buon grado di calibrazione; infatti, la media del valore assoluto degli scarti (pari a 4,46 m) è inferiore al 10% del *range* di variazione delle quote piezometriche simulate (oltre 71 m).

Figura 5.2.3.5b *Retta di Calibrazione del Modello in Condizioni Statiche*

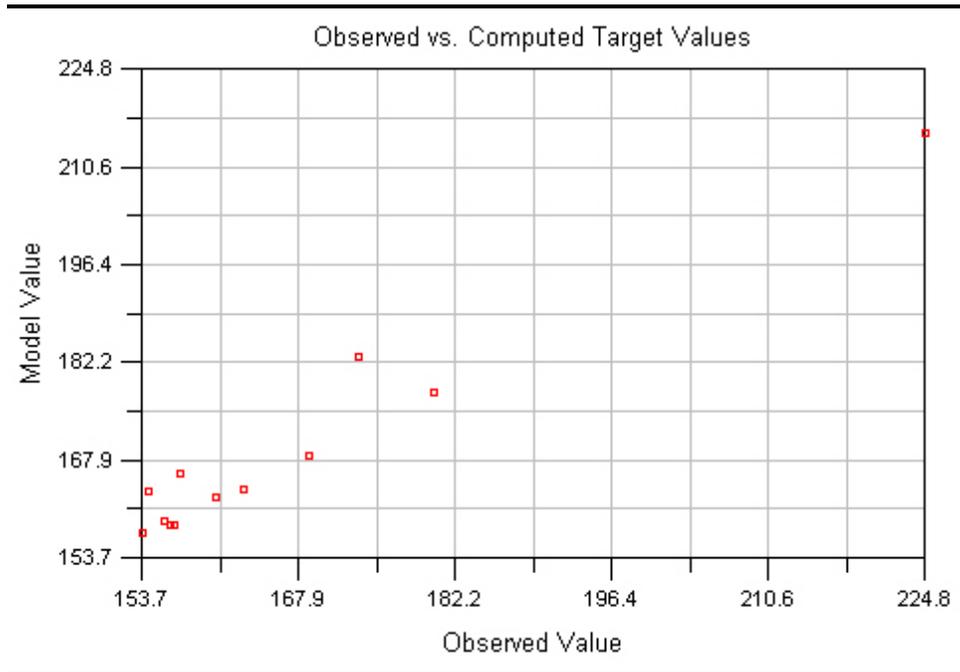


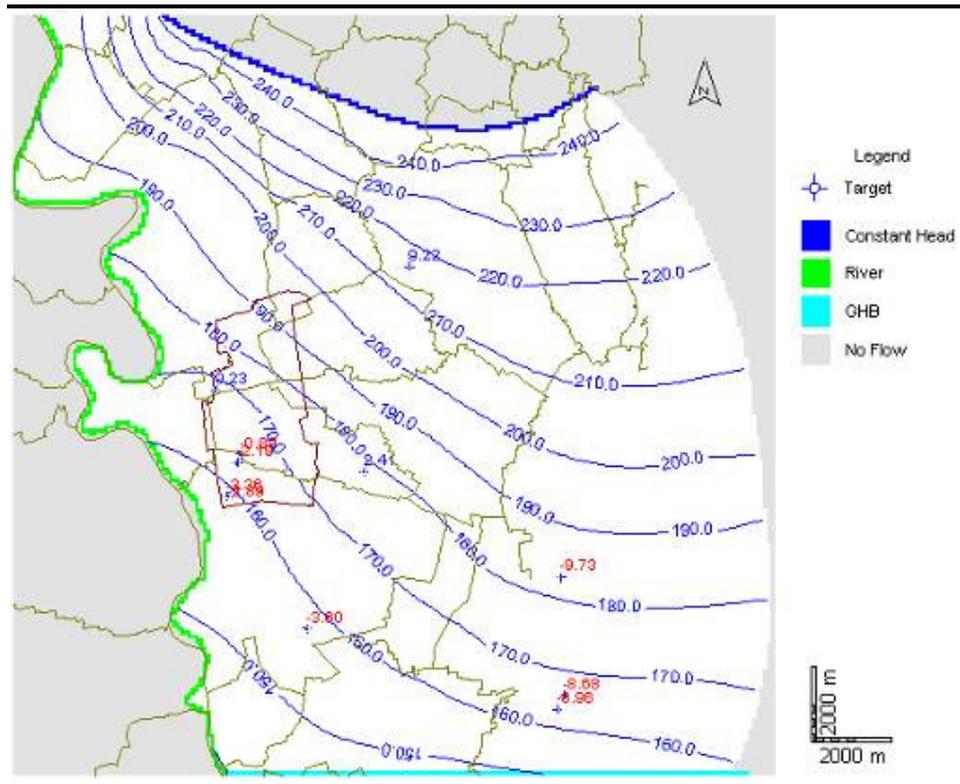
Tabella 5.2.3.5a *Parametri Statistici di Calibrazione*

Grandezza	Valore
scarto medio (m)	-2,48
deviazione standard (m)	5,05
somma degli scarti quadratici (m ²)	3,80 E+02
media degli scarti assoluti (m)	4,46
scarto minimo (m)	-9,73
scarto massimo (m)	9,22
variazione nel carico (m)	71,06
deviazione standard / variazione nel carico (-)	0,071

Piezometria Simulata

Di seguito viene mostrata la piezometria simulata in condizione semi-statica, (Figura 5.2.3.5c), con indicati gli scarti di calibrazione, mentre nella Figura 5.2.3.5d la piezometria simulata è confrontata anche con la piezometria del PTUA.

Figura 5.2.3.5c *Piezometria Simulata in Condizione Semi-Statica*

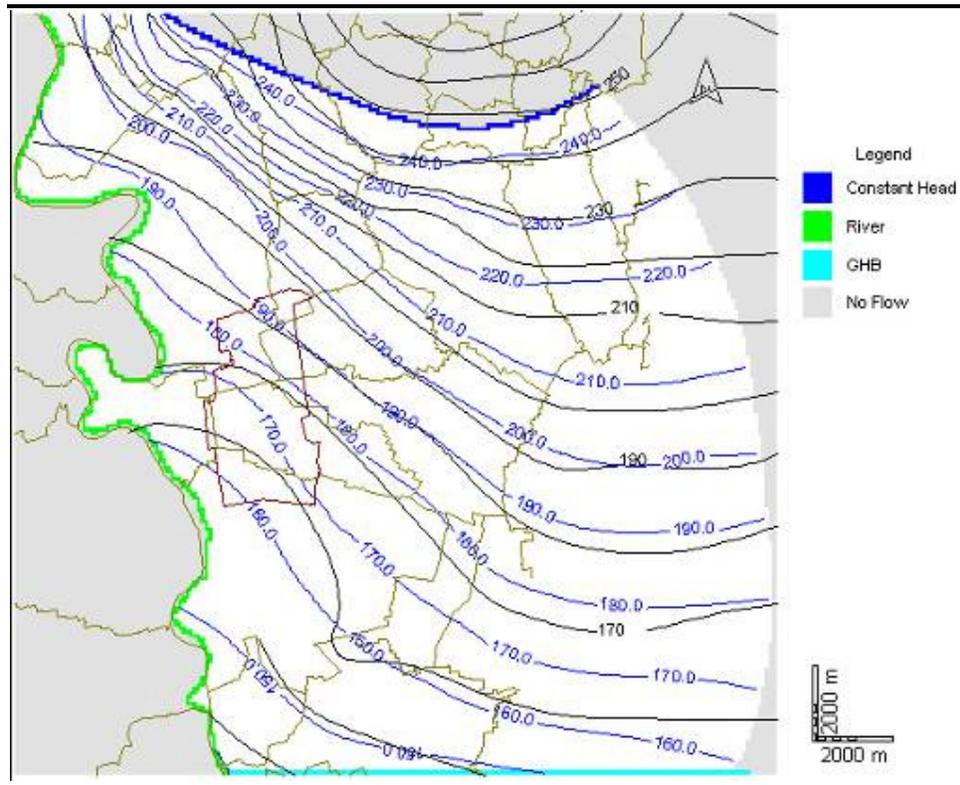


I target di calibrazione introdotti presentano gli scarti massimi in aree lontane dallo scalo aeroportuale di Malpensa, mentre all'interno dell'aeroporto si ha una buona corrispondenza tra la misura della piezometria simulata e quella reale.

Gli scarti elevati registrati in alcuni target di calibrazione derivano dal fatto che i dati piezometrici disponibili sono scarsi e non omogenei e non possono essere considerati rappresentativi della piezometria media dell'anno.

Il confronto dell'andamento della piezometria simulata (in blu) con la piezometria media ricavata dallo studio del PTUA (in nero) indica che l'andamento della piezometria è ben riprodotto, con valori piezometrici perfettamente conformi nella fascia settentrionale del modello e scarti di pochi metri nella fascia centrale e meridionale.

Figura 5.2.3.5d *Piezometria in Condizione Semi-Statica - Confronto con Piezometria del PTUA*



5.2.3.6 *Scenari Simulati in Condizioni Dinamiche*

Come accennato precedentemente, gli scenari simulati in condizioni dinamiche sono stati i seguenti:

1. Scenario dinamico con i pozzi pubblici accesi e i pozzi dell'aeroporto spenti
2. Scenario dinamico con i pozzi sia interni che esterni allo scalo aeroportuale accesi in:
 - 2.1 *scenario attuale: simulazione con le portate medie del 2007*
 - 2.2 *scenario futuro: simulazione con le portate medie del 2025*

Scenario Dinamico con i Pozzi Pubblici Accesi ed i Pozzi dell'Aeroporto Spenti

Le portate medie dell'anno 2007 dei pozzi pubblici dei differenti comuni ricadenti nell'area di interesse e inseriti nel modello sono riportate in *Tabella 5.2.3.6a*.

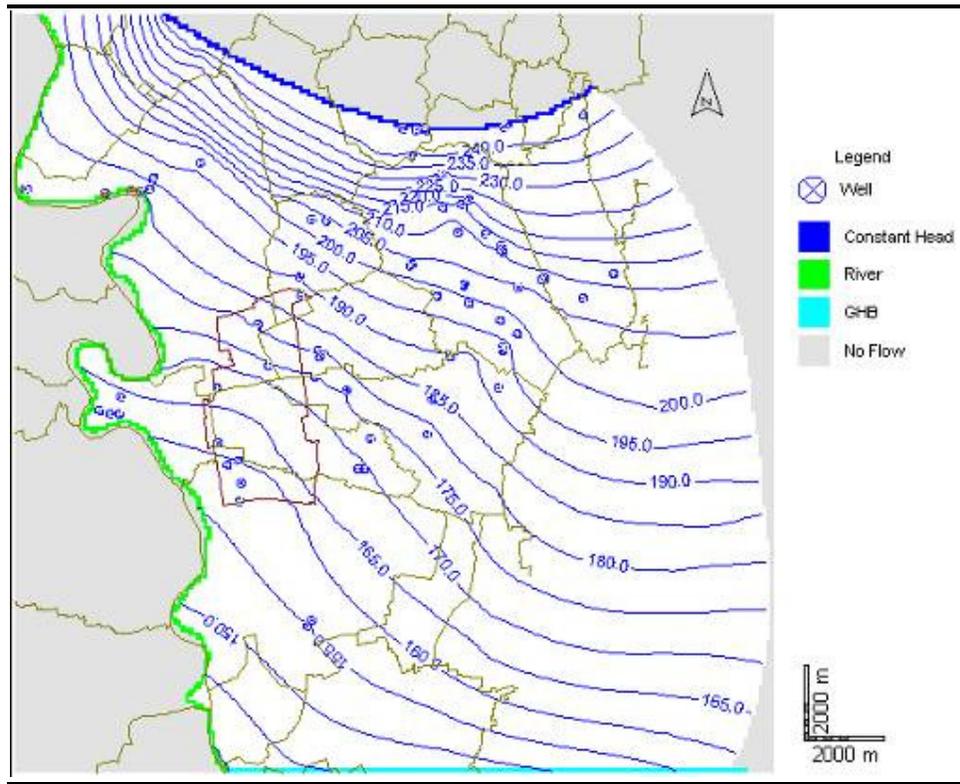
Tabella 5.2.3.6a Portate dei Pozzi Pubblici del Modello (m³/g)

Comune	n°	Cod	X	Y	Q (m ³ /g)
BESNATE	2	BE_2	1482170	5060310	3024,0
BESNATE	3	BE_3	1482250	5060030	1728,0
BESNATE	11/1	BE_11/1	1482830	5060060	2160,0
BESNATE	11/2	BE_11/2	1482830	5060070	1036,8
BESNATE	11/3	BE_11/3	1482860	5059970	864,0
BESNATE	13/1	BE_13/1	1480400	5061990	3888,0
BESNATE	13/2	BE_13/2	1480350	5061980	1036,8
BESNATE	13/3	BE_13/3	1480420	5062000	2160,0
BESNATE	13/4	BE_13/4	1480460	5062040	2160,0
BESNATE	13/5	BE_13/5	1478370	5062030	1728,0
BESNATE	21/1a	BE_21/1a	1482600	5059980	1555,2
CARDANO_C.	1	CA_1	1480030	5054020	2592,0
CARDANO_C.	3	CA_3	1480000	5054180	6048,0
CASORATE_S.	1	CA_1	1479840	5057620	287,7
CASORATE_S.	2	CA_2	1480220	5057610	460,5
CASORATE_S.	3	CA_3	1479520	5056150	1439,4
CASSANO_M.	22/1	CA_22/1	1487780	5056210	302,4
CASSANO_M.	24	CA_24	1487000	5060380	1209,6
CASSANO_M.	32	CA_32	1486970	5055570	907,2
CAVARIA_P.	22	CA_22	1484820	5060480	259,2
CAVARIA_P.	23/1	CA_23/1	1484900	5060080	86,4
FERNO	3	FE_3	1481230	5051060	717,1
FERNO	4	FE_4	1481380	5051860	1987,2
FERNO	21	FE_21	1481050	5051060	259,2
GALLARATE	3	GA_3	1483240	5058820	604,8
GALLARATE	4	GA_4	1482500	5059340	864,0
GALLARATE	5	GA_5	1483980	5058160	1036,8
GALLARATE	6	GA_6	1483310	5057950	777,6
GALLARATE	7/1	GA_7/1	1482425	5056435	1123,2
GALLARATE	7/2	GA_7/2	1482480	5056450	1728,0
GALLARATE	9	GA_9	1483140	5055620	864,0
GALLARATE	10/1	GA_10/1	1484870	5054260	1123,2
GALLARATE	10/2	GA_10/2	1484860	5054180	1728,0
GALLARATE	11	GA_11	1485250	5054620	1123,2
GALLARATE	12	GA_12	1484810	5054980	1728,0
GALLARATE	15	GA_15	1484410	5057290	432,0
GALLARATE	18	GA_18	1485280	5055850	1296,0
GALLARATE	46/1	GA_46/1	1483790	5058050	1123,2
GALLARATE	52/1	GA_52/1	1483690	5057310	1555,2
GALLARATE	64/1	GA_64/1	1484820	5056840	777,6
GALLARATE	64/2	GA_64/2	1484840	5056950	1036,8
GALLARATE	64/3	GA_64/3	1484870	5056800	1209,6
GALLARATE	75/1	GA_75/1	1485980	5056080	1209,6
GALLARATE	75/2	GA_75/2	1485890	5056050	1728,0
GALLARATE	78/2	GA_78/2	1483860	5055950	216,0
GALLARATE	78/3	GA_78/3	1483840	5055900	216,0

Comune	n°	Cod	X	Y	Q (m3/g)
GALLARATE	83	GA_83	1483990	5055430	259,2
JERAGO_O.	1	JE_1	1483510	5061570	1123,2
JERAGO_O.	2	JE_2	1483590	5061440	1382,4
LONATE_P.	9/3	LO_9/3	1477670	5050230	1728,0
LONATE_P.	9/4	LO_9/4	1477660	5050400	2160,0
LONATE_P.	9/5	LO_9/5	1477660	5050400	1728,0
LONATE_P.	34/1	LO_34/1	1479850	5047100	172,8
LONATE_P.	34/2	LO_34/2	1479740	5046930	691,2
SAMARATE	1	SA_1	1484750	5053230	1123,2
SAMARATE	2	SA_2	1483020	5052910	1036,8
SAMARATE	4/1	SA_4/1	1484560	5050430	1036,8
SAMARATE	24/2	SA_24/2	1480780	5053150	1036,8
SAMARATE	25/2	SA_25/2	1479910	5053490	864,0
SAMARATE	25/4	SA_25/4	1483480	5054020	172,8
SOMMA_L.	3	SO_3	1475570	5058450	2592,0
SOMMA_L.	21/4	SO_21/4	1476920	5059120	1036,8
SOMMA_L.	22/1	SO_22/1	1475350	5058370	518,4
SOMMA_L.	22/2	SO_22/2	1475680	5058740	691,2
SOMMA_L.	22/3	SO_22/3	1475100	5058420	518,4
SOMMA_L.	26/1	SO_26/1	1472280	5058450	518,4
SOMMA_L.	26/3	SO_26/3	1472330	5058450	1036,8
SOMMA_L.	32/1	SO_32/1	1474400	5058320	86,4
SOMMA_L.	38/6	SO_38/6	1477760	5055050	2160,0
VIZZOLA_T.	1	VI_1	1474830	5052970	604,8
VIZZOLA_T.	21/1	VI_21/1	1474550	5052530	2592,0
VIZZOLA_T.	21/2	VI_21/2	1474260	5052600	1036,8
VIZZOLA_T.	21/3	VI_21/3	1474760	5052510	4320,0

Il risultato della simulazione in condizioni dinamiche con i pozzi dell'aeroporto spenti è rappresentato in *Figura 5.2.3.6a*.

Figura 5.2.3.6a *Piezometria Dinamica Simulata - Scenario 1*



Scenario Dinamico con i Pozzi sia Interni che Esterni allo Scalo Aeroportuale Accesi

In questa simulazione è stato aggiunto anche il contributo dei pozzi dell'aeroporto. Le portate di tali pozzi sono state ricavate dai consumi idrici annuali forniti da SEA S.p.A, sia per quanto riguarda i consumi dell'anno 2007 sia quelli futuri previsti per l'anno 2030, stimati in base all'incremento del traffico aereo dovuto alla realizzazione del Master Plan aeroportuale.

Scenario Attuale

In Tabella 5.2.3.6b sono elencate le portate medie per l'anno 2007 dei pozzi di SEA S.p.A inserite nel modello dinamico; le singole portate sono state calcolate partendo dai consumi idrici annuali totali (2.018,435 m³) e ripartiti secondo una media pesata.

Nella Figura 5.2.3.6b viene rappresentato l'andamento piezometrico simulato, con tutti i pozzi sia interni che esterni all'aeroporto accesi, mentre in Figura 5.2.3.6c si mostra l'abbassamento piezometrico indotto dai pozzi dell'aeroporto rispetto allo stato dinamico sopra descritto, in cui tali pozzi erano spenti.

Come si evince dalla Figura 5.2.3.6c i pozzi dell'aeroporto inducono abbassamenti simulati in falda compresi tra 0,3 m e 1,50 m. Gli abbassamenti

maggiori (compresi tra 1,20 m e 1,50 m) si registrano nella parte centro-settentrionale dell'aeroporto, in corrispondenza dei pozzi B, C, D e G le cui portate costituiscono quasi il 60% della portata complessiva (vedi *Tabella 5.2.3.6b*).

Tabella 5.2.3.6b *Portate dei Pozzi Aeroportuali del 2007 (m³/g)*

Comune	Codice	X	Y	Q (m ³ /g)
Casorate	A	1479560	5055660	22,85
Somma L.	B	1478520	5055167	15,24
Somma L.	C	1477760	5055050	707,67
Somma L.	D	1478430	5054880	487,19
Somma L.	E	1478700	5053800	220,48
Somma L.	G	1477349	5053200	2024,72
Ferno	H	1477370	5051760	532,35
Lonate P.	I	1477996	5051518	-
Lonate P.	L	1477906	5051289	817,11
Lonate P.	1exCP	1477630	5051171	24,44
Lonate P.	2exCP	1477982	5050705	677,92

Figura 5.2.3.6b *Scenario Dinamico Attuale – Piezometria Simulata*

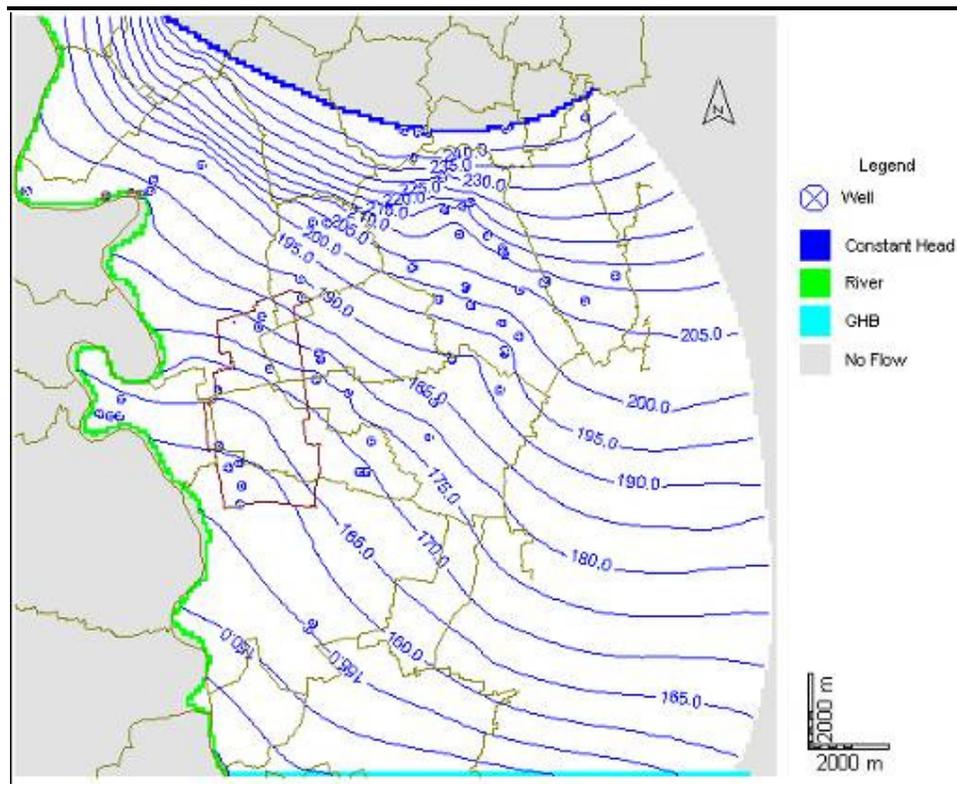
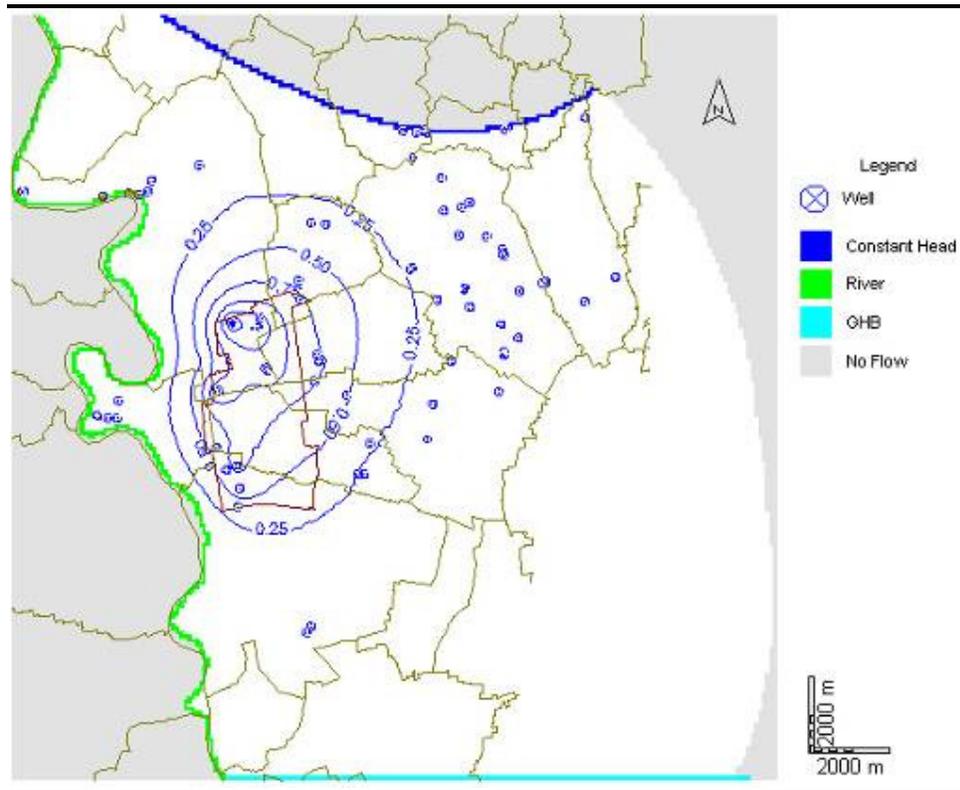


Figura 5.2.3.6c Scenario Dinamico Attuale - Abbassamenti Piezometrici Indotti dai Pozzi dell'Aeroporto



Scenario Futuro

La società SEA S.p.A ha stimato un consumo idrico annuale per l'anno 2030 pari a 4.486.727 m³, circa il doppio dell'attuale, sulla base della realizzazione del Master Plan aeroportuale, che comporterà un incremento del consumo idrico dovuto all'aumento del traffico aereo, degli addetti al servizio e dei passeggeri.

I pozzi presenti sono attualmente utilizzati per circa un terzo della loro capacità produttiva, pertanto con riferimento allo scenario a lungo termine, non è prevista la realizzazione di nuovi pozzi, essendo quelli esistenti sufficienti a soddisfare la richiesta idrica futura.

Questo scenario futuro è stato simulato nell'ipotesi di assenza di cambiamenti climatici, ipotesi che sarebbe necessario verificare tramite un successivo approfondimento del modello di flusso.

In Tabella 5.2.3.6c sono elencate le portate medie dei pozzi di SEA S.p.A stimate per l'anno 2030 partendo dai consumi idrici dell'anno 2007.

Tabella 5.2.3.6c Portate dei Pozzi Aeroportuali Stimate al 2030 (m³/g)

Comune	n°	X	Y	Q (m ³ /g)
Casorate	A	1479560	5055660	50,78
Somma L.	B	1478520	5055167	33,87
Somma L.	C	1477760	5055050	1573,06
Somma L.	D	1478430	5054880	1082,96
Somma L.	E	1478700	5053800	490,11
Somma L.	G	1477349	5053200	4500,70
Ferno	H	1477370	5051760	1183,34
Lonate P.	I	1477996	5051518	-
Lonate P.	L	1477906	5051289	1816,34
Lonate P.	1exCP	1477630	5051171	54,32
Lonate P.	2exCP	1477982	5050705	1506,93

Nella *Figura 5.2.3.6d* viene rappresentato l'andamento piezometrico nello scenario futuro riferito al 2030, mentre nella *Figura 5.2.3.6e* è rappresentato il possibile abbassamento piezometrico indotto dai pozzi privati dell'aeroporto rispetto allo stato dinamico con i pozzi pubblici accesi ed i pozzi dell'aeroporto spenti.

Gli abbassamenti simulati in falda sono compresi tra 0,50 m e 3,50 m circa. Gli abbassamenti maggiori si registrano in corrispondenza dei pozzi B, C e D, dove si raggiungono abbassamenti fino a 3,50 m, ed in corrispondenza del pozzo G con abbassamenti di circa 3 m.

Figura 5.2.3.6d Scenario Dinamico Futuro - Piezometria

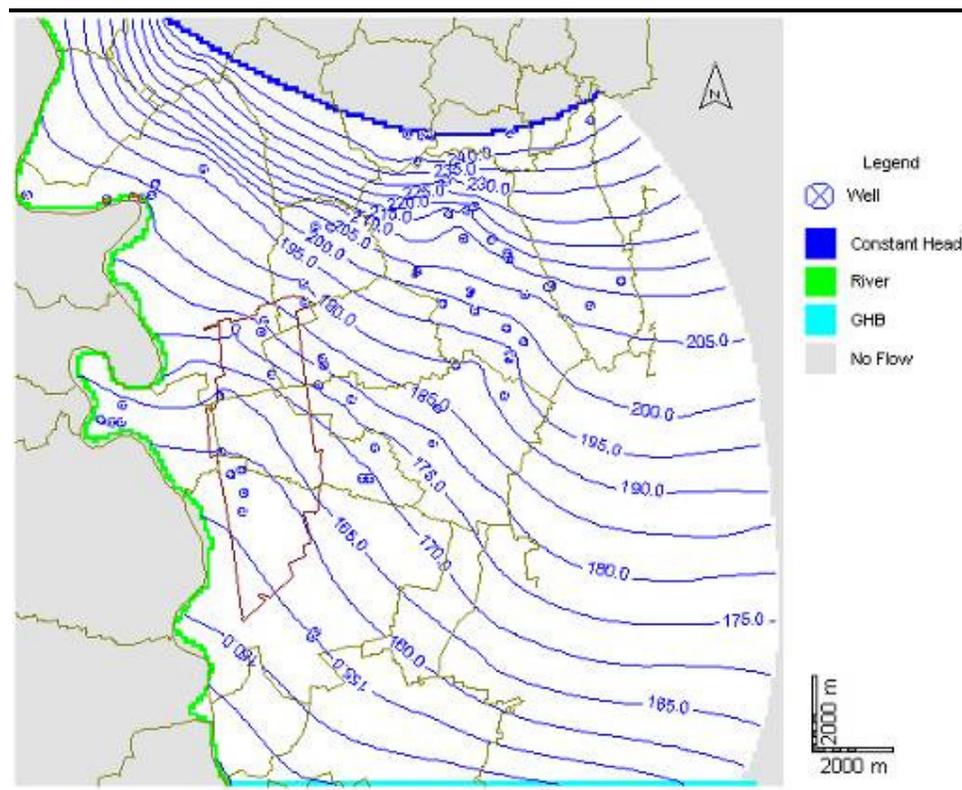
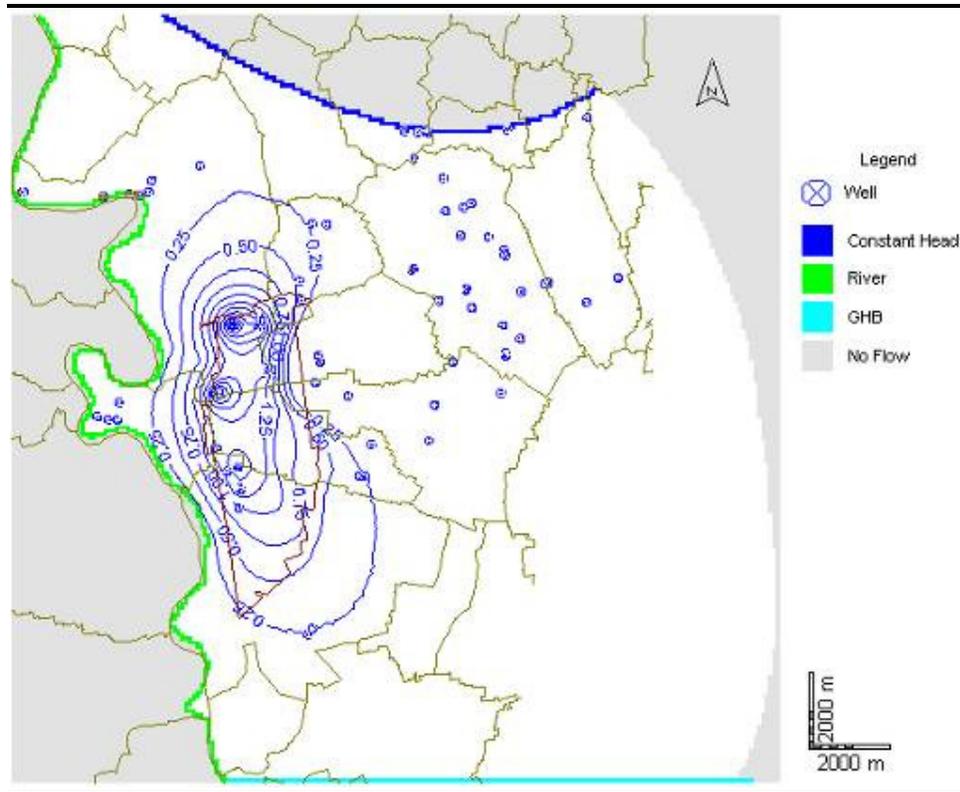


Figura 5.2.3.6e *Scenario Dinamico Futuro - Abbassamenti Piezometrici Indotti dai Pozzi dell'Aeroporto*



5.2.4 *Conclusioni*

Gli scenari simulati in condizioni dinamiche, sia in condizione attuale che futura, hanno permesso di valutare l'impatto sulla componente idrogeologica indotto dallo scalo aeroportuale di Malpensa.

Dalle simulazioni condotte si può affermare quanto segue:

- *Scenario attuale*
L'andamento piezometrico e la direzione di flusso principale rimangono pressoché inalterate; gli abbassamenti registrati sono pari a 0,3 m nella zona meridionale dell'aeroporto, mentre nella fascia centro-occidentale e settentrionale si registrano i valori massimi, fino a 1,5 m;
- *Scenario futuro*
L'andamento piezometrico e la direzione di flusso subiscono una leggera inflessione a causa del contributo dei pozzi aeroportuali rimanendo però nel complesso inalterate.

Gli abbassamenti indotti dalle portate previsionali dei pozzi dell'aeroporto presentano valori compresi tra 0,5 m nella fascia meridionale dell'aeroporto e circa 3-3,5 m nella fascia centro-occidentale e settentrionale.

In conclusione si può affermare che l'impatto sulle acque sotterranee dato dallo scalo aeroportuale si Malpensa è da ritenersi basso.

5.3 *SUOLO E SOTTOSUOLO*

La realizzazione del progetto determina sulla componente *Suolo e Sottosuolo* impatti relativi principalmente alla fase di cantiere, legati agli scavi per la realizzazione delle fondazioni, la realizzazione di fondazioni speciali, rinterri e rilevati ed eventuali sversamenti di prodotti chimici/combustibili impiegati.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, l'interferenza potenziale principale è determinata dall'occupazione di suolo.

5.3.1 *Fase di Cantiere*

La realizzazione del progetto prevede, come approfonditamente dettagliato nel Quadro di Riferimento Progettuale (*Paragrafo 3.5.3*), essenzialmente:

- la costruzione di nuove fondamenta dei nuovi edifici;
- la realizzazione di scavi, rinterri e rilevati;
- la realizzazione di nuove pavimentazioni;
- lavori stradali.

L'area principalmente coinvolta da tali operazioni è situata a sud dell'attuale sedime aeroportuale e avrà un'estensione pari a circa 400 ha.

Al fine di mitigare gli impatti derivanti dalla quantità di materiali di scavo prodotti, i medesimi verranno utilizzati per il rinterro ed il ripristino ambientale delle aree di cantiere. In particolare tale ripristino consisterà nelle seguenti operazioni:

- rimozione di tutte le strutture installate, comprese le infrastrutture interrato quali le reti fognarie, vasche di raccolta e serbatoi e smaltimento/riutilizzo, la segnaletica e recinzioni di cantiere;
- rimozione e smaltimento come rifiuto di terreno eventualmente contaminato (es. area deposito oli);
- aratura in profondità (almeno 60 cm) del terreno al fine di frantumare lo strato superficiale fortemente compattato, nel quale le radici non riuscirebbero a penetrare e l'acqua avrebbe difficoltà a percolare;
- posa degli strati di suolo accantonati;
- dopo la sistemazione, esecuzione di fertilizzazione organica con letame maturo ed una leggera lavorazione superficiale (erpicatura), allo scopo di interrare il letame e di migliorare la struttura del suolo;
- messa in opera di sistemazioni a verde laddove richieste e previste dal progetto.

Per quanto riguarda il rischio di contaminazione delle acque, un'opportuna gestione del cantiere eviterà la contaminazione della falda da parte di lubrificanti ed altre sostanze derivanti dall'impiego di macchinari di

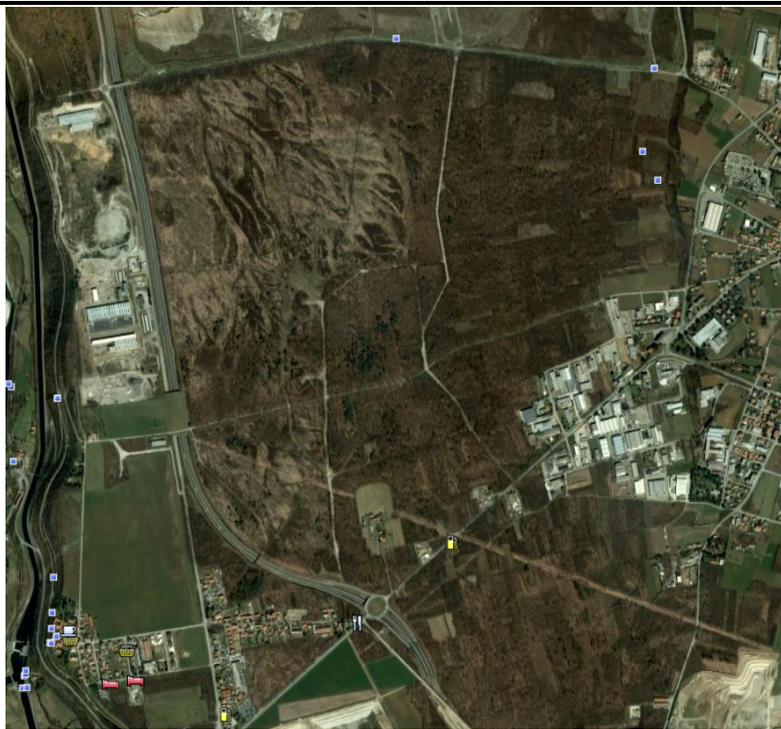
escavazione e mezzi di trasporto. Al fine di evitare potenziali contaminazioni di terreni, le sostanze pericolose, i combustibili per automezzi ed i rifiuti verranno gestiti in apposite aree di cantiere dotate di pavimentazioni impermeabilizzate e dotate di bacini di raccolta opportunamente dimensionati per raccogliere la totalità delle sostanze stoccate in caso di sversamento.

5.3.2 *Fase di Esercizio*

Per quanto concerne la fase di esercizio, l'impatto più significativo è la sottrazione di suolo. Come riportato nella figura inerente l'uso del suolo e come mostrato in *Figura 5.3.2a*, l'area interessata è prevalentemente caratterizzata da brughiera. La porzione più occidentale è, inoltre, caratterizzata dalla presenza di un'area di cava abbandonata. La parte più significativa degli impatti derivanti dall'occupazione di suolo è identificabile nell'estrema porzione a sud, oltre la SS336, area residenziale che verrà espropriata.

Tenendo presente le aree coinvolte e le tipologie di suolo ivi presenti, la Carta del Valore naturalistico dei suoli pubblicata dall'Ersaf caratterizza l'area come area avente basso valore/pregio naturalistico (vedi *Figura 4.4.6.2a*).

Figura 5.3.2a Particolare Uso del Suolo dell'Area Coinvolta dall'Occupazione di Suolo



In relazione al verificarsi di condizioni accidentali che possono essere origine di carichi inquinanti significativi, sia con riferimento alle concentrazioni che con riferimento al tipo di sostanze (prodotti petroliferi in genere, sostanze

chimiche, rifiuti tossici), sarà prevista l'attivazione di particolari procedure d'emergenza e successive procedure di messa in sicurezza, caratterizzazione e bonifica delle aree interessate.

Alla luce di tali considerazioni e considerata la tipologia di suoli coinvolti dall'ampliamento del sedime, l'impatto in fase di esercizio si può considerare trascurabile.

5.4 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

I Paragrafi seguenti riportano:

- valutazione degli impatti su vegetazione e flora;
- valutazione degli impatti su fauna ed ecosistemi;
- individuazione di azioni atte a mitigare e compensare gli impatti identificati.

5.4.1 *Impatti su Vegetazione e Flora*

5.4.1.1 *Descrizione degli Impatti*

La realizzazione dell'opera determinerà sulla componente flora e vegetazione *impatti diretti*, con effetti pressoché immediati, derivati dalla costruzione dell'opera stessa, ed *impatti indiretti*, con effetti sul medio-lungo periodo, conseguenti soprattutto all'esercizio delle attività aeroportuali.

Gli impatti diretti sono da ricondursi sostanzialmente alla sottrazione di habitat naturali, conseguente all'eliminazione di formazioni vegetali, e quindi all'estinzione locale delle specie di piante che in essi crescono.

Gli impatti indiretti sono invece da ricondursi ai seguenti fattori:

- stress da inquinamento, a causa delle emissioni di sostanze chimiche;
- inquinamento floristico, derivante dall'espansione di specie esotiche;
- alterazioni microclimatiche, legate a modificazioni su piccola scala di alcuni parametri importanti per la biologia della piante (luce e temperatura);
- diffusione di fitopatogeni, conseguente alla diffusione di organismi viventi che possono provocare malattie alle piante.

Nel seguito vengono descritte le diverse tipologie di impatto potenziale.

Sottrazione di Habitat Naturali

Nell'Area di Sito (intesa come area di espansione, circa 400 ha) è stato condotto uno studio della flora e della vegetazione presenti ai fini di determinare il valore naturalistico-botanico delle specie vegetali e delle tipologie di vegetazione presenti (*Paragrafo 4.5.3.6*).

Dall'analisi emerge che l'Area di Sito, ubicata su un terrazzo diluviale nell'Alta Pianura lombarda, si inserisce in un tessuto naturalistico locale già fortemente compromesso, in cui spiccano le presenze di lembi residui di querceti e soprattutto di arbusteti acidofili. In particolare si è rilevato come, nell'ambito dell'Area Vasta, la brughiera planiziale abbia un'estensione

consistente all'interno dell'Area di Sito. La restante parte del terrazzo diluviale risulta di qualità floristico-vegetazionale nettamente inferiore.

Quindi, in considerazione del valore naturalistico delle aree a brughiera, qualsiasi opera infrastrutturale che interesserà tali aree apporterà una perdita di biodiversità vegetale e di conseguenza un peggioramento della qualità floristico-vegetazionale nel contesto territoriale. Risulta pertanto ipotizzabile che il progetto determini un impatto significativo riguardante la sottrazione di habitat naturali e la perdita locale di specie vegetali e che tale impatto assuma una rilevanza per lo meno a scala regionale, a causa della ridotta presenza di tali ambienti.

Stress da Inquinamento

Tra le fonti di stress ambientale per la componente flora e vegetazione possiamo annoverare soprattutto lo stress da inquinamento atmosferico. A prescindere dalla loro origine, gli inquinanti vengono genericamente distinti in primari e secondari. Primari sono gli inquinanti che vengono immessi direttamente nell'ambiente in seguito al processo che li ha prodotti. Gli inquinanti secondari sono invece quelle sostanze che si formano dagli inquinanti primari (sia antropogeni che naturali) a seguito di modificazioni di varia natura causate da reazioni che, spesso, coinvolgono l'ossigeno atmosferico e la luce. In *Allegato 5.4A* sono illustrati gli inquinanti atmosferici a cui le piante risultano sensibili ed i conseguenti effetti sulla vegetazione.

Dall'analisi delle ricadute degli inquinanti atmosferici dovuti alle attività aeroportuali i principali inquinanti che possono impattare sulla vegetazione sono: NO_x e SO_2 .

I livelli massimi di concentrazione indicati dal *DM 60 del 2 aprile 2002* ai fini della protezione degli ecosistemi ed in particolare della vegetazione sono di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli SO_2 e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli NO_x .

Dalle simulazioni delle ricadute degli inquinanti (v. *Paragrafo 5.1.6*) si rileva che le massime concentrazioni delle ricadute al suolo sono decisamente al di sotto del suddetto valore-soglia per quanto riguarda gli SO_2 . Invece per gli NO_x si riscontra un superamento della suddetta soglia in una fascia di qualche centinaio di metri attorno al sedime aeroportuale, sia nello scenario attuale che in quello futuro; tale fascia tuttavia si amplia a sud del sedime aeroportuale, estendendosi verso l'abitato di Nosate.

Si ricorda che i limiti di NO_x e SO_2 a protezione degli ecosistemi non sono comunque applicabili al caso in esame. Il *DM 60/2002* fissa, infatti, i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento per la verifica dei limiti, i quali dovrebbero essere posti a più di 20 km dagli agglomerati urbani o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade. Tali limiti vanno quindi intesi per la salvaguardia e la protezione delle foreste e della vegetazione più sensibili e non risultano applicabili in

aree fortemente antropizzate dove sussistono caratteristiche e problematiche differenti.

Inquinamento Floristico

L'inquinamento floristico è costituito dalla diffusione di specie vegetali estranee al contesto fitogeografico di un dato territorio.

Secondo l'IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) le specie esotiche invasive sono la seconda causa di diminuzione delle diversità biologica a livello mondiale, dopo l'alterazione degli habitat naturali. L'articolo 8h) della Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro preconizza la prevenzione di nuove introduzioni e il controllo o l'estirpazione delle specie invasive già stabilite.

In Europa, le piante esotiche invasive sono designate anche come "neofite invasive". Questo appellativo (in antitesi con il termine archeofite) indica specie introdotte dopo il 1500, data che approssimativamente coincide con la scoperta delle Americhe e che segna l'intensificazione degli scambi di piante tra i continenti.

Le specie esotiche invadenti sono quindi piante naturalizzate, le quali possono espandersi, in termini reali o potenziali, su vaste aree e causare danni all'ambiente. La capacità di invadere gli ambienti è generalmente proporzionale al numero di sorgenti di propaguli della pianta invadente ed è in funzione del tipo di riproduzione, dispersione ed autoecologia. La proprietà di invadere l'ambiente è sostanzialmente indipendente dalla capacità di impatto che la pianta ha sull'ambiente e sui danni che può causare. Gli impatti sull'ambiente di una pianta invadente possono verificarsi in uno o più dei seguenti settori di impatto:

- biodiversità, ovvero alterazione della diversità autoctona a livello genetico, specifico e di habitat;
- caratteristiche abiotiche dell'ecosistema, ovvero alterazioni dei fattori abiotici dell'ecosistema (suolo, acqua, microclima, ecc.);
- paesaggio, ovvero alterazione nelle componenti autoctone del paesaggio;
- salute, ovvero la pianta rappresenta un rilevante rischio per la salute di uomini e/o animali;
- danni economici, ovvero la pianta provoca danni economici in uno o più ambiti (agricoltura, selvicoltura, infrastrutture, ecc.).

La capacità di invadere l'ambiente può essere valutata su una scala di tre livelli:

- i. bassa, taxon con capacità di invadenza limitata, generalmente circoscritta alle vicinanze della pianta madre (perlopiù piante naturalizzate in senso stretto);
- ii. media, taxon con capacità di invadenza contenuta, sia in relazione al tipo di riproduzione (es. prevalentemente vegetativa), dispersione (es. bassa

capacità di vagazione dei propaguli) ed autoecologia (es. necessità di eccezionali condizioni ambientali per la rinnovazione);
iii. elevata, taxon che non mostra sostanziali limiti nella capacità di invadere l'ambiente.

L'impatto ambientale di un taxon può essere stimato in base al numero di ambiti in cui può provocare danni. Un taxon invadente dovrebbe essere considerato sempre ad alto impatto quando:

- rappresenta un elevato rischio per la salute umana;
- rappresenta una diretta, concreta e comprovata minaccia per la conservazione di piante o habitat inclusi in elenchi di protezione (leggi regionali, *Allegati I, II e IV della Direttiva 92/43/CEE*, ecc.) oppure di piante autoctone di particolare interesse naturalistico-scientifico (endemiti, relitti biogeografici o sistematici, ecc.).

Ai fini di valutare il potenziale d'impatto delle specie esotiche invadenti nell'ambito del presente SIA, è stata redatta una *Tabella*, che riporta 38 taxa, già presenti nelle aree in esame oppure che potrebbero diffondersi nel particolare contesto ecologico e fitogeografico in relazione realizzazione delle opere connesse al progetto (*Allegato 5.4A*).

Tra le specie cui prestare maggiore attenzione, troviamo sicuramente *Ambrosia artemisiifolia* e *Prunus serotina*.

Le infrastrutture lineari (in particolare autostrade e linee ferroviarie), eventualmente in connessione con sistemi di incolti o di terreni in riposo (*set aside*), sono la principale fonte usuale di diffusione di *Ambrosia artemisiifolia*, essenza alloctona originaria del Nord America avente un considerevole interesse sanitario. Relativamente all'*Ambrosia*, si sottolinea come la lotta a questa pianta sia obbligatoria nella Regione Lombardia ai sensi dell'*Ordinanza Regionale 25522 del 29/03/99*, con lo scopo di prevenire la patologia allergica ad essa correlata. In particolare *Ambrosia artemisiifolia* risulta già diffusa nell'area in esame. Sarà quindi necessario il suo contenimento, tramite sfalci eseguiti a fine giugno-primi di luglio, cioè prima della formazione degli organi fiorali, al fine di evitare la dispersione dell'abbondante massa di polline allergenico e di limitare la formazione dei semi.

Un'altra specie alloctona di una certa pericolosità è il ciliegio tardivo (*Prunus serotina*), anch'esso di origine nordamericana. Si tratta di una specie arborea dal rinnovo molto rapido, che presenta uno sviluppo in altezza dei giovani semenzali tre o quattro volte superiore a quello della quercia e del carpino. Questa specie, invece di inserirsi nei popolamenti forestali come fanno altre esotiche (tra le quali la stessa *Robinia pseudacacia*), tende a soppiantarli, dal momento che forma veri e propri tappeti di rinnovazione che impediscono la crescita di altre piante e impoveriscono lo strato arbustivo ed erbaceo del bosco. Presenta inoltre una capacità pollonifera molto superiore a quella di

altre specie, per cui anche i tagli ripetuti non sono in grado di fermarla. Nel Parco del Ticino, così come in altri contesti, sono state sperimentate diverse tecniche di contenimento, che contemplano non solo tagli ma anche lo sradicamento manuale dei giovani esemplari; l'unico dato certo è che *Prunus serotina* non si sviluppa bene sotto la copertura di altre chiome, per cui sarebbe necessario evitare l'apertura eccessiva della volta boschiva ad opera dei tagli, e incentivare il rinfoltimento con specie autoctone.

Occorre inoltre sottolineare che la sottrazione di habitat naturaliforme, insieme all'aumento della frammentazione boschiva e conseguentemente delle fasce di margine, può potenzialmente provocare un incremento della componente sinantropica e banale della flora che, unitamente alla componente esotica già descritta, potrebbe contribuire ad accrescere l'inquinamento floristico dell'area.

La rivegetazione delle aree di cantiere e delle aree di margine e residuali dovrà quindi essere effettuata con tempi, metodi e specie adeguate.

La recettività dell'Area Vasta nei confronti di specie esotiche invasive è di fatto elevatissima. A conferma di questa affermazione, si può ricordare la recentissima espansione di *Robinia viscosa*, specie di interesse forestale simile alla più conosciuta e diffusa congenere *R. pseudoacacia*; questa "nuova" esotica sembra utilizzare come canali di espansione le aree boschive marginali alle vie di comunicazione (Brusa et al., 2008), come ad esempio lungo la SS 336. La recente LR 10/2004 della Regione Lombardia introduce con l'art. 1 la "lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione". Con la DGR 24 luglio 2008 - n. 8/7736 è stata definita la suddetta lista nera, che comprende la lista di 22 specie (taxa) riportata in *Tabella 5.4.1.1e*.

Tabella 5.4.1.1e *Elenco delle Specie Esotiche Invasive Riportate dalla DGR 24 Luglio 2008 - n. 8/7736 e Incluse nella Lista Nera di cui all'Art. 1 della LR 10/2004*

Nome scientifico		Nome comune
[da Conti et al., 2005]	[da Pignatti, 1982]	
<i>Acer negundo</i> L.	<i>Acer negundo</i> L.	Acero americano, Negundo
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Ailanto, Albero del paradiso, Sommacco falso
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Ambrosia con foglie di artemisia
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Amorfa cespugliosa, Indaco bastardo
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	Artemisia dei fratelli Verlot
<i>Bidens frondosa</i> L.	<i>Bidens frondosa</i> L.	Bidente foglioso
<i>Buddleja davidii</i> Franch.	<i>Buddleja davidii</i> Franchet	Buddleja di David
<i>Elodea Michaux</i> [tutte le specie]	<i>Elodea Michaux</i> [tutte le specie]	Peste d'acqua
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Girasole del Canada, Topinambur
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merrill	Luppolo giapponese
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Caprifoglio giapponese
<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michaux) Greuter & Burdet s.l.	-	Ludwigia a grandi fiori
<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertner	Fior di loto
<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold s.l.	Pino nero
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Ciliegio tardivo
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	-	Pueraria irsuta
<i>Quercus rubra</i> L.	<i>Quercus rubra</i> L.	Quercia rossa
<i>Fallopia Adanson</i> sect. <i>Reynoutria</i> Houtt. [tutte le specie]	<i>Reynoutria</i> Houtt. [tutte le specie]	Poligono giapponese
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	<i>Robinia pseudacacia</i> L.	Robinia, Gaggia
<i>Sicyos angulatus</i> L.	<i>Sicyos angulatus</i> L.	Sicios angoloso
<i>Solidago canadensis</i> L.	<i>Solidago canadensis</i> L.	Verga d'oro del Canada
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Verga d'oro maggiore

Occorre infine sottolineare che in Lombardia ai sensi dell'articolo 50, comma 5, lettera e) della LR 31/2008, è vietato l'uso nei rimboschimenti e negli imboschimenti e in tutte le altre attività selvicolturali, delle specie riportate nell'Allegato B del RR n. 5/2007; tali specie allo stato attuale sono: *Acer negundo*, *Ailanthus altissima* e *Prunus serotina*.

Alterazioni Microclimatiche

Le alterazioni microclimatiche riguardano i cambiamenti nei valori dei fattori fisici che contraddistinguono il clima su piccola scala.

Nel presente caso si possono considerare due alterazioni microclimatiche, qui di seguito dettagliate: il fotoinquinamento e le isole di calore.

Fotoinquinamento

Gli effetti negativi correlati all'inquinamento luminoso sulla vegetazione non sono numerosi. Un primo studio degli anni Trenta evidenziava come piante caducifoglie eccessivamente illuminate possano subire delle modificazioni nei tempi di permanenza delle foglie sui rami, rimanendo inconsuetamente verdi (Matzke, 1936). Da studi più recenti svolti in Giappone (Takao, 1998), si sono osservate modificazioni sulla crescita e sullo sviluppo fiorale in cultivar di spinacio.

L'inquinamento luminoso si ipotizza che possa interferire in vari modi sulle piante. Principalmente si riscontrano interferenze sulla crescita, che si concretizzano in un continuo allungamento dei fusti e la conseguente ripercussione a primavera con evidenti danni alle piante, nonché modifiche nella fenologia, soprattutto riguardo la fioritura (Cathey, 2003). Sono state riscontrate anche variazioni della capacità fotosintetica nelle foglie (Takagi & Gyokusen, 2004).

Poiché ogni specie reagisce in modo diverso all'inquinamento luminoso, è stato possibile redigere un elenco di specie utilizzate in ambiente urbano ed organizzarle in base alla loro sensibilità alla luce artificiale (Chaney, 2007); a titolo di esempio, si riportano alcune di queste specie, tutti alberi perlopiù di origine americana, ma comunque presenti nell'ambito del contesto territoriale in esame.

Tabella 5.4.1.1f *Elenco di Alcune Specie Arboree Riportate per il Contesto Territoriale in Esame, in Relazione alla loro Sensibilità alla Luce Artificiale*

Alta	Media	Bassa
<i>Acer negundo</i>	<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Pinus nigra</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Quercus rubra</i>	<i>Pinus rigida</i>
<i>Platanus hybrida</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Pinus strobus</i>
<i>Robinia pseudacacia</i>		

In Italia Roman et al. (2000) hanno valutato gli effetti dell'illuminazione prodotta dai lampioni stradali sulla vegetazione partendo dalla constatazione di come gli spettri di emissione delle principali lampade impiegate per l'illuminazione urbana (lampade ad incandescenza ed al quarzo - iodio) presentano ampie emissioni che interferiscono con le radiazioni assorbite dalle clorofille e dai fitocromi. Roman et al. (2000) hanno evidenziato una diminuzione dell'efficienza fotosintetica delle foglie direttamente illuminate da una lampada ai vapori di mercurio. La conclusione dello studio citato in precedenza è che la presenza di una sorgente luminosa in prossimità della pianta causa uno stress alle foglie che sono direttamente esposte alla luce, alterandone il normale processo fotosintetico.

Non è quindi azzardato pensare che le sorgenti luminose possano essere responsabili di un microclima nelle foglie che sono a più diretto contatto con

esse, tale da favorire il prolungamento del periodo vegetativo oltre il suo naturale termine.

In conformità con quanto prevede la *L.R. n. 17/00* e successive modifiche, potrebbe essere auspicabile il ricorso ad una maggior attenzione nella costruzione degli impianti di illuminazione, in modo da evitare dispersione di luce inutile, e soprattutto, laddove è possibile, di utilizzare lampade a spettro di emissione ristretto (come le lampade al sodio bassa pressione).

Isole di Calore

Altro fenomeno che porta a variazioni microclimatiche è dato dal cambiamento climatico dello strato limite per opera dell'uomo (Mariani & Sovrano Pangallo, 2005). Lo strato limite (BL, *Boundary Layer*) è lo strato atmosferico più vicino al suolo (la sua altezza varia da poche decine di metri a 1000–2000 m e oltre), le cui caratteristiche (temperatura, umidità, vento, radiazione, torbidità, ecc.) sono alterate in modo significativo dalla superficie stessa.

Il principale fattore che determina le peculiarità dello strato limite è il bilancio energetico di superficie, il quale esprime gli input energetici e cioè la radiazione solare netta e le emissioni energetiche umane. Gli input energetici sono utilizzati per:

- riscaldare l'aria a contatto con il suolo (innescando un flusso di calore sensibile, H);
- evaporare, o traspirare se ci sono dei vegetali, l'acqua (innescando un flusso di calore latente, LE);
- riscaldare l'interno del suolo (innescando un flusso di calore nel suolo, G).

È immediato osservare che al diminuire del rapporto H/LE diminuisce il potere di una superficie di riscaldare l'aria sovrastante, per cui le diverse superfici possono essere ordinate dalla meno attiva alla più attiva, così come segue: acqua → foresta → prati → cereali e altre coltivazioni → sabbie → roccia o aree urbanizzate.

Da quanto affermato consegue che le attività umane che modificano la superficie del pianeta (deforestazione, messa a coltura o abbandono dell'attività agricola, costruzione di dighe, tombinamento dei corsi d'acqua, bonifica e prosciugamento, ecc.) sono in grado di provocare sensibili variazioni della temperatura, agendo sul termine H del bilancio energetico. Varrà dunque la regola generale secondo cui, se si privilegiano aree umide, foreste e prati o se si estendono le superfici irrigate, lo strato limite presenterà un microclima più umido e fresco, mentre se si elimina la copertura vegetale si andrà verso un microclima più caldo e arido.

Un'isola di calore è un'area urbanizzata che è significativamente più calda rispetto al suo circondario. La differenza di temperatura è di solito maggiore

di notte che durante il giorno, e maggiore d'inverno che d'estate, ed è molto più evidente quando soffia un vento debole. La principale causa delle isole di calore sono le modificazioni della superficie terrestre ad opera delle infrastrutture ivi presenti; il calore generato dall'utilizzo dell'energia da un contributo secondario. La principale causa che genera il riscaldamento notturno secondo Oke (1982) è la presenza di costruzioni che bloccano la visuale del cielo (relativamente più freddo). Due altre ragioni risiedono nelle proprietà termiche dei materiali e la mancanza di evapotraspirazione nell'area urbana, quest'ultima influenzata dall'assenza di vegetazione.

I cambiamenti nell'uso del suolo contribuiscono quindi ad alterare il microclima e conseguentemente a creare isole di calore. In questi contesti alterati la flora e conseguentemente la vegetazione spontanea risultano direttamente condizionati, in quanto la temperatura è uno dei principali fattori ecologici abiotici che condizionano la crescita delle piante. Di fatto sono stati pubblicati parecchi articoli scientifici che riportano come la flora e la vegetazione in ambito urbanizzato risulti essere termicamente esigente, in contrasto con quella diffusa negli ambienti naturali spazialmente limitrofi.

Diffusione di Fitopatogeni

L'esigenza di esaminare e prevedere i rischi legati all'introduzione di specie esotiche nelle zone aeroportuali nasce a seguito della registrazione di casi di infestazione di animali e vegetali, che hanno messo in pericolo sia l'ambiente che la salute dell'uomo. Ad esempio, ancorché non dimostrata in modo esaustivo, la recente veloce diffusione in Italia di *Leptoglossus occidentalis* (eterottero neartico in grado di compromettere drasticamente la rinnovazione delle conifere alpine oltre che di indurre disturbo diretto all'uomo attraverso imponenti fenomeni di pullulazione) è probabilmente connessa al trasporto aereo dal nord America al nord Italia.

La legislazione della Regione Lombardia, tramite la LR 23 marzo 2004 n. 4 denominata "Disciplina della sorveglianza fitosanitaria e delle attività di produzione e commercializzazione dei vegetali e prodotti vegetali", ha preso in considerazione questa ipotesi. Recita, infatti, l'art. 2 di questa legge:

"Controlli fitosanitari presso l'aeroporto di Malpensa e gli altri punti di ingresso doganali"

1. *Nell'ambito delle attività di cui all'articolo 1, comma 3 rientrano i controlli fitosanitari presso l'aeroporto di Malpensa e gli altri punti di ingresso comunitari presenti sul territorio regionale riguardanti l'importazione ed esportazione di prodotti vegetali freschi quali i fiori, l'ortofrutta e gli altri prodotti previsti dalla normativa vigente.*

2. *L'attività si svolge nel rispetto delle direttive tecniche nazionali, comunitarie ed internazionali allo scopo di evitare l'introduzione di organismi nocivi ai vegetali e ai prodotti vegetali all'interno del territorio comunitario. I controlli sono integrati, se*

del caso, da indagini di laboratorio e sono intensificati in presenza di rischio imminente di introduzione di organismi nocivi.

3. Le modalità tecnico amministrative di rilascio delle certificazioni sono definite con decreto del direttore generale competente utilizzando le procedure, anche informatiche, più idonee ad assicurare, in coordinamento con gli altri uffici pubblici e nel rispetto delle normative vigenti, la massima tempestività al fine di contemperare le esigenze di corretto svolgimento delle operazioni di controllo e quelle di celere svolgimento delle transazioni economiche tra gli operatori del settore.

Nel concreto è presente un ispettorato fitosanitario presso l'aeroporto, adibito ai controlli fitosanitari di legge.

5.4.1.2 *Stima degli Impatti negli Ambiti Analizzati*

La stima degli effetti su flora e vegetazione degli impatti analizzati in precedenza deve essere calata in un ambito territoriale preciso. Ai fini di una schematica rappresentazione di questi effetti in termini di rilevanza, è stata predisposta la *Tabella 5.4.1.2a*. Sono state considerate due categorie di effetti:

- rilevante: l'impatto presenta un effetto inequivocabile sulla componente flora e vegetazione;
- non rilevante: l'impatto non possiede un effetto sulla componente analizzata o al più risulta trascurabile.

Tabella 5.4.1.2a *Stima degli Impatti in Relazione all'Area di Ricaduta*

	Area di ricaduta		Siti Natura 2000
	Area di sito	Area vasta	
Impatto			
Sottrazione di habitat naturali	Rilevante	Non rilevante	Non rilevante
Stress da inquinamento	Non rilevante	Rilevante	Parzialmente rilevante
Alterazioni microclimatiche	Non rilevante	Rilevante	Non rilevante
Inquinamento floristico	Non rilevante	Rilevante	Parzialmente rilevante
Diffusione fitopatogeni	Non rilevante	Non rilevante	Non rilevante
nc: impatto "non considerato"			

Nell'ambito dell'Area di Sito l'impatto rilevante per il comparto flora e vegetazione si riscontra esclusivamente in relazione alla sottrazione di habitat naturali.

Per quanto concerne i siti Natura 2000, si ritiene di differenziare alcuni impatti in relazione all'ubicazione del sito (SIC e ZPS) rispetto all'Area di Sito. Per tale motivazione lo stress da inquinamento e l'inquinamento floristico vengono contemporaneamente indicati con "rilevante" e "non rilevante".

Nel *Capitolo 7* è riportato lo Studio di Incidenza inerente gli impatti prodotti dall'opera in oggetto sui Siti Natura 2000 ricadenti nell'Area Vasta.

Quantificazione degli Impatti

La quantificazione degli impatti dell'opera in oggetto parte dall'analisi della precedente *Tabella*. Considerato che le aree ricomprese nell'Area Vasta e nei Siti Natura 2000 sono in larga parte coincidenti, la quantificazione è stata suddivisa tra Area di Sito e restante parte del territorio interessato dagli impatti connessi alla realizzazione dell'opera.

Impatti Relativi all'Area di Sito

L'impatto prevalente nell'Area di Sito corrisponde alla *sottrazione degli habitat* e delle specie vegetali che in essi vivono. Considerando che tutto il territorio dell'Area di Sito sarebbe asservito all'opera in oggetto e che il summenzionato impatto interesserebbe in modo prevalente la componente habitat, la quantificazione della sottrazione degli habitat può essere effettuata considerando la *Tabella 4.5.3.6e* e la qualità floristico-vegetazionale di ciascuna vegetazione cartografata (IS o Indice Sintetico, *Tabella 4.5.3.6f*). La *Tabella 4.5.3.6e* è stata quindi rielaborata ai fini di ponderare gli impatti in termini di perdita di qualità floristico-vegetazionale, considerando come peso relativo di ciascuna vegetazione il valore di IS; il risultato di queste rielaborazioni è riportato in *Tabella 5.4.1.2b*; la gradazione di tonalità indica la relativa decrescente importanza (da I a IV) di ciascuno dei 4 gruppi di habitat in relazione alla perdita dell'habitat nell'Area di Sito.

Tabella 5.4.1.2b *Perdita di Habitat (Comunità Vegetali Cartografate) in Relazione a Superficie e Qualità Floristico-Vegetazionale e Valore Ecologico*

Habitat (comunità vegetale cartografata)	Superficie (ha) <i>a</i>	Sup. (%)	IS <i>b</i>	Valore <i>a x b</i>	Gruppo
Brughiere	99,8	24,9	5	499	I
Boschi di robinia e ciliegio tardivo	158,0	39,4	3	474	I
Querceti di farnia	83,0	20,7	5	415	I
Vegetazioni effimere delle piste	7,2	1,8	2	14	II
Pinete di pino silvestre	2,5	0,6	4	10	II
Boschi di quercia rossa	6,9	1,7	1	7	III
Prati falciati	3,0	0,7	2	6	III
Incolti a <i>Solidago gigantea</i>	3,4	0,8	1	3	III
Edificato (incluse pertinenze e strade)	37,6	9,4	0	0	IV
Totale	401,4	100			

La precedente *Tabella* consente quindi di raffrontare tra loro gli habitat, ai fini di determinarne la perdita in termini sia di superficie che di qualità floristico-vegetazionale. È pertanto possibile riconoscere quattro gruppi, riportati in ordine decrescente di importanza:

- I. Nel primo gruppo troviamo habitat di elevato interesse naturalistico, ambientale, paesaggistico e culturale come le brughiere, nonché

economico, come i boschi, in particolare quelli di farnia. La presenza di boschi degradati (a dominanza di robinia e ciliegio tardivo) in questo gruppo è collegabile all'ampia estensione che queste formazioni hanno nell'Area di Sito, piuttosto che a valori di qualità floristico-vegetazionali eccezionali.

- II. Nel secondo gruppo sono compresi due habitat arealmente marginali, di elevata qualità, come le pinete, oppure legate alla presenza di particolari condizioni edafiche che inducono la presenza di specie a ciclo breve (vegetazioni in massima parte collegate alle serie dinamiche di evoluzione o regressione della brughiera).
- III. Gli habitat del terzo gruppo presentano una componente di artificialità, moderata (prati falciati e boschi di quercia rossa) oppure elevata (incolti invasi da *Solidago gigantea*). Pertanto per tali habitat, aventi un valore complessivo decisamente modesto, non si ritiene debbano essere soggetti a compensazione, salvo quanto previsto dalla LR 31/2008 e specificato dalla DGR n. 8/3002 del 27/07/2006 per le formazioni boscate (in questa casistica rientrano unicamente i boschi di quercia rossa, quantunque di modestissima qualità floristico-vegetazionale).
- IV. Nel quarto gruppo rientra l'edificato che, per la qualità floristico-vegetazionale che esprime, non deve essere soggetto a compensazione.

Ai fini della compensazione ecologica si devono quindi considerare le formazioni riportate in *Tabella 5.4.1.2c*.

Tabella 5.4.1.2c *Formazioni Vegetali Presenti nell'Area di Sito e Oggetto di Compensazione Ecologica (anche in Relazione all'Art. 43 della LR 31/2008)*

Formazione vegetale	Superficie (ha)	Tipologia forestale	Compensazione ex LR 31/2008
Boschi di robinia e ciliegio tardivo	158,0	Robinieto misto, Robinieto puro, Formazioni di ciliegio tardivo	sì
Brughiere	99,8	-	no
Querceti di farnia	83,0	Querceto di rovere e/o farnia del pianalto, Querceto-carpinetto dell'alta pianura	sì
Vegetazioni effimere delle piste	7,2	-	no
Boschi di quercia rossa	6,9	-	sì
Pinete di pino silvestre	2,5	Pineta di pino silvestre planiziale	sì
Totale	357,4		

Per quanto riguarda la perdita di specie vegetali, è già stata rimarcata l'assenza di particolari specie di interesse conservazionistico (ad esempio ai sensi della *Dir. 92/43/CEE*), sulla base dello studio floristico effettuato nell'Area di Sito (v. *Paragrafo 4.5.3.6*).

Tra le specie di piante vascolari protette ai sensi della LR 33/77 della Regione Lombardia sono state rinvenute tre specie: *Campanula rapunculus*, *Dianthus seguieri* e *Ilex aquifolium*. Sulla base degli elenchi indicati dalla recente LR 10/08

della Regione Lombardia, si individuano tra le specie protette in modo rigoroso *Philadelphus coronarius* e il muschio *Leucobryum juniperoideum*, mentre tra quelle a raccolta regolamentata *Bunias erucago*, *Dianthus seguieri* e *Ilex aquifolium*. Per ciascuna delle suddette specie sono quindi necessarie le seguenti valutazioni in merito alla perdita delle popolazioni presenti nell'Area di Sito:

- *Bunias erucago*: specie legata ad ambienti incolti, nell'Area Vasta mostra spesso a carattere sinantropico (in particolare nei campi a riposo); la presenza nell'Area di Sito, legata a circa 5 individui, è effimera e quindi casuale, in quanto legata ad un ambiente atipico (prato falciato con elevata presenza di piante a ciclo breve); non si ritiene dunque che le popolazioni di Area di Sito siano di una valenza conservazionistica rilevante.
- *Campanula rapunculus*: le popolazioni dell'Area di Sito sono ridotte a qualche decina di individui; la specie non riveste nel complesso un ruolo conservazionistico rilevante (è stata di fatto esclusa dalle liste di protezione della nuova LR 10/08).
- *Dianthus seguieri*: nell'Area di Sito le popolazioni di questo garofano sono costituite soltanto da pochi esemplari; in aree limitrofe dell'Area Vasta (ad esempio, nei boschi aridi riferibili al Querceto di farnia dei greti ciottolosi lungo il Ticino) la specie si presenta con popolazioni piuttosto copiose.
- *Ilex aquifolium*: questa specie è presente nell'Area di Sito unicamente con un paio di giovani esemplari nati da semi, probabilmente dispersi da uccelli che si sono cibati dei frutti prodotti da piante coltivate nei giardini; una sua presenza allo stato naturale risulta poco probabile in tutta l'Area di Sito, anche per considerazioni di tipo autoecologico.
- *Leucobryum juniperoideum*: le popolazioni di questo muschio, nell'Area di Sito prevalentemente corticicole, sono composte da pochissime colonie, dimensionalmente ridotte (qualche centimetro); in aree limitrofe dell'Area Vasta (ad esempio, nei boschi aridi riferibili al Querceto di farnia dei greti ciottolosi lungo il Ticino) la specie si presenta in popolazioni piuttosto copiose e lussureggianti.
- *Philadelphus coronarius*: nell'Area di Sito gli esemplari rinvenuti sono sicuramente stati introdotti (nella medesima località di ritrovamento sono presenti piante inselvatichite di altre specie comunemente coltivate); la specie non deve essere di fatto considerata autoctona anche sulla base di considerazioni di tipo fitogeografico; infine, non è stata riscontrata rinnovazione.

Sulla base delle valutazioni sopra esposte, la perdita delle popolazioni delle 6 specie appare complessivamente tollerabile e quindi non rilevante ai fini di una quantificazione degli impatti. Non si ritiene debbano essere pertanto considerate opere di compensazione in merito alla perdita delle suddette popolazioni di piante.

Un discorso differente meriterebbe invece l'endemita *Euphrasia cisalpina*. Nel passato questa specie era segnalata per l'Area di Sito, ma durante le presenti ricerche non è stato possibile individuare alcun esemplare. Trattandosi di una

specie annuale legata alle pregresse pratiche di sfalcio nei molinieti, nell'Area di Sito potrebbero essere presenti ancor oggi anche di semi sepolte.

Impatti relativi all'Area Vasta ed ai siti della Rete Natura 2000

Gli impatti ritenuti rilevanti nell'Area Vasta e, come in precedenza accennato, nei siti della Rete Natura 2000 non riguardano la sottrazione degli habitat, in quanto l'opera in oggetto non interessa direttamente zone esterne al limite individuato nell'Area di Sito.

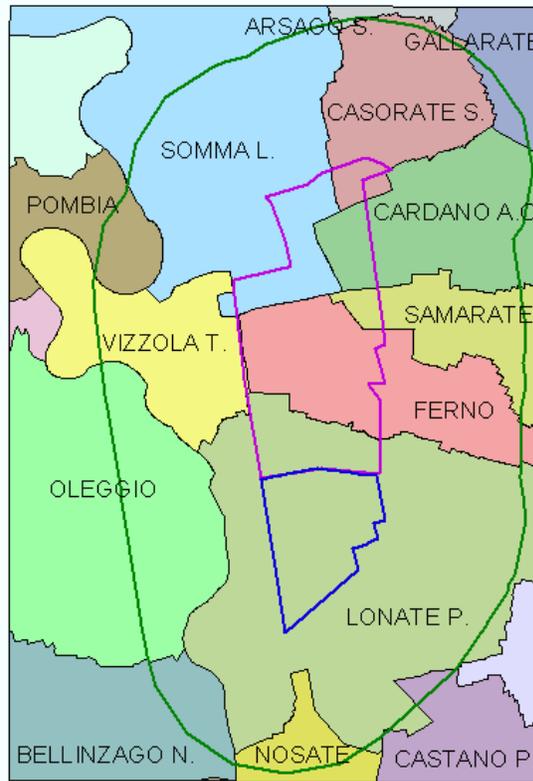
Per quanto riguarda lo *stress da inquinamento*, è ragionevole ritenere che le emissioni derivanti dalle attività a pieno regime dell'aeroporto possano determinare un impatto significativo sulla vegetazione. Non si ritiene invece che le attività poste in essere in fase di cantierizzazione possano incidere in modo rilevante su tale componente ecosistemica.

Sulla base delle simulazioni effettuate (v. *Paragrafo 5.1.6*), si può ritenere che lo stress da inquinamento, in particolare di quello derivante dalle ricadute di NO_x, sia spazialmente limitato ad una fascia attorno al sedime aeroportuale attuale ed all'Area di Sito (area di espansione aeroportuale).

In relazione all'individuazione delle dimensioni e della forma della suddetta fascia, si ritiene che possa essere complessivamente rappresentata dall'area definita in *Figura 5.4.1.2a* e costituita da una fascia di 2,5 km attorno al sedime aeroportuale attuale e all'Area di Sito, per una superficie complessiva di 6.876 ha.

Nella pressoché assenza in loco di studi condotti in modo specifico, sistematico, ancorché scientifico sui danni condotti sulla componente flora-vegetazione dalle attività aeroportuali, la scelta di una fascia equidistante dal futuro sedime aeroportuale, e non invece conforme alla frequenza e direzione dei cicli di atterraggio/decollo come evidenziato negli scenari (v. *Paragrafo 5.1.6*), è stata ritenuta una scelta ammissibile e cautelativa, soprattutto al fine di una verifica puntuale degli effetti, plausibilmente eterogenei, derivanti dagli impatti durante la fase di monitoraggio *post-operam*.

Figura 5.4.1.2a Fascia di 2,5 km (Linea Verde) attorno al Sedime Aeroportuale Attuale (Linea Fucsia) ed all'Area di Sito (Linea Blu)



Per le motivazioni in precedenza esposte, non è possibile definire quali effetti comporti lo stress da inquinamento sulla vegetazione, anche in relazione al possibile effetto sinergico degli inquinanti con i fattori ambientali che acquisiscono i danni (es. temperature elevate nel periodo estivo), e quindi in definitiva quantificarne l'impatto.

È comunque plausibile che la vegetazione più soggetta a questo tipo di impatto sia quella terrestre. In relazione al loro contenuto naturalistico, si ritiene che le formazioni più soggette a questo impatto siano le formazioni forestali spontanee e in subordine quelle arbustive spontanee ed erbacce naturali e seminaturali (Tabella 5.4.1.2d).

Tabella 5.4.1.2d *Principali Vegetazioni Cartografate Presenti nella Fascia di 2,5 km (v. Figura 5.4.1.2a). Sono Evidenziate le Vegetazioni Ritenute Sensibili*

Tipologie cartografate	Superficie (ha)	(%)
Corpi d'acqua	216	3,2
Bacini d'acqua	52	0,8
Fiume	164	2,4
Formazioni vegetali naturali e seminaturali a struttura erbacea	464	6,7
Prati pingui	457	6,6
Prati secchi	7	0,1
Formazioni vegetali spontanee a struttura arbustiva	141	2,0
Arbusteti palustri e ripariali	42	0,6
Arbusteti acidofili	91	1,3
Arbusteti mesofili e/o degradati	8	0,1
Formazioni vegetali spontanee a struttura arborea	2.719	39,4
Boschi a dominanza di querce	209	3,0
Boschi a dominanza di castagno	24	0,3
Boschi a dominanza di robinia e ciliegio tardivo	1.331	19,4
Boschi di latifoglie miste	553	8,0
Boschi di aghifoglie	233	3,4
Boschi di aghifoglie e latifoglie miste	243	3,5
Boschi di latifoglie palustri o ripariali	126	1,8
Formazioni vegetali artificiali a struttura arborea	82	1,2
Impianti di aghifoglie	63	0,9
Impianti di latifoglie	19	0,3
Aree a vegetazione sin antropica	3254	47,4
Aree agricole	1.298	18,9
Incolti erbacei	108	1,6
Aree sterili	152	2,2
Aree produttive e residenziali	1.696	24,7

Allo stato attuale delle conoscenze, la *diffusione di fitopatogeni* si ritiene potenzialmente possibile, ma in concreto non rilevante al di fuori del sedime aeroportuale, in relazione ai controlli di legge che devono essere eseguiti sulla commercializzazione dei vegetali e dei prodotti vegetali. Inoltre, la quantificazione dell'impatto di un ipotetico fitopatogeno risulterebbe del tutto aleatoria, poiché i danni che in concreto può causare sono in funzione delle caratteristiche biologiche di ciascun fitopatogeno (appartenenza sistematica, grado di invasività, ecc.) e delle specie che può infettare. Si ritiene dunque di considerare questo impatto non rilevante.

Le *alterazioni microclimatiche* sono, in relazione a quanto esposto nel *Paragrafo 5.4.1.1*, strettamente aderenti all'Area di Sito, in quanto dipendenti dall'opera in oggetto. Per quanto riguarda l'impatto sulla componente flora-vegetazione dell'Area Vasta, le alterazioni saranno conseguentemente localizzate nelle

immediate vicinanze all'Area di Sito; sono quindi da escludersi impatti rilevanti sulla vegetazione dei siti della Rete Natura 2000.

Nello specifico si ritiene che il fotoinquinamento possa rappresentare un impatto unicamente per le piante ubicate nelle immediate vicinanze delle fonti di luce. Tuttavia emerge come questo impatto non sia pregiudizievole alla sopravvivenza ed al compimento del normale ciclo di vita delle piante. Inoltre, adottando una particolare attenzione nella costruzione degli impianti di illuminazione, in modo da evitare dispersione di inutile luce, e, soprattutto laddove è possibile, utilizzando lampade a spettro di emissione ristretto (come le lampade al sodio bassa pressione), l'impatto sarebbe decisamente contenuto se non trascurabile. Si ritiene pertanto che le alterazioni microclimatiche prodotte dal fotoinquinamento siano complessivamente non rilevanti sulla componente flora-vegetazione.

Diversamente le isole di calore costituiscono con un impatto rilevante, seppure ristretto a fasce di vegetazione probabilmente a scarso valore naturalistico, se non nullo. Infatti, le infrastrutture dell'opera in oggetto e l'esercizio aeroportuale potranno alterare significativamente le condizioni microclimatiche, nello specifico la temperatura, unicamente nei siti limitrofi alle opere, in cui sono presenti vegetazioni sinantropiche e fasce verdi pertinenziali con finalità paesaggistiche e/o ornamentali.

L'inquinamento floristico nell'Area Vasta è favorito dall'incremento delle attività antropiche (es. cantieri, mezzi di trasporto su gomma, movimenti terra, ecc.) e più in generale dal disturbo che si genera negli habitat naturali o intorno ad essi.

Come è già stato sottolineato, anche i siti dove porre in essere le opere di compensazione/mitigazione possono divenire ricettacolo di specie esotiche, in quanto tali interventi determinano un effetto destabilizzante negli habitat, a prescindere dalle finalità delle opere stesse.

Si ritiene dunque plausibile un incremento delle specie esotiche, sia in termini qualitativi (presenza di specie esotiche localmente non segnalate in precedenza), sia soprattutto quantitativi (incremento nella copertura complessiva delle specie esotiche, generalmente a danno delle autoctone).

L'impatto dell'inquinamento floristico è pertanto da considerarsi complessivamente significativo.

Il territorio dell'Area Vasta potenzialmente soggetto all'inquinamento floristico è in massima parte localizzabile in zone prossime all'Area di Sito, e pertanto ritenuto in via cautelativa coincidente con quello riportato in *Figura 5.4.1.2a*.

In questo ambito territoriale e a prescindere dall'opera in esame, alcune particolari situazioni ambientali, come ad esempio strade, cantieri, incolti e zone boscate (in particolare quelle di neoformazione e quelle oggetto di interventi selvicolturali), possono indirettamente accelerare il processo di dispersione e di invasione da parte delle specie esotiche.

5.4.2 *Impatti su Fauna ed Ecosistemi*

La tipologia di intervento, unitamente alle caratteristiche del territorio ed alle peculiarità degli elementi faunistici presenti, può determinare l'insorgere delle seguenti tipologie di impatto:

- “Bird Strike” e collisioni;
- Perdita di Habitat;
- Frammentazione e isolamento;
- Introduzione di specie alloctone e infestanti;
- Interferenze sulla sosta degli uccelli migratori;
- Inquinamento luminoso;
- Inquinamento acustico;
- Disturbo visivo;
- Emissioni inquinanti in atmosfera.

L'attuazione del Nuovo Master Plan dell'Aeroporto di Malpensa presumibilmente determinerà, sulla componente fauna ed ecosistemi, impatti sia in fase di costruzione delle infrastrutture previste sia in fase di esercizio. Di seguito sono analizzati gli impatti identificati in rapporto alle specie ed ai gruppi focali individuati nello stato attuale.

5.4.2.1 *Bird Strike e Collisioni*

Una delle possibili interferenze dovute all'esercizio delle attività aeroportuali ed al conseguente incremento del traffico di mezzi da e per l'aeroporto è data dall'incremento delle collisioni sia tra gli uccelli con gli aeromobili (*bird strike*), sia tra la fauna terrestre con i mezzi di trasporto. Per una review del fenomeno “*Bird Strike*” presso gli aeroporti si rimanda all'*Allegato 5.4B*.

Bird Strike

La probabilità che si possano verificare collisioni tra uccelli e aeromobili è stata studiata in seguito a numerosi incidenti che hanno causato anche la perdita di vite umane.

Da studi effettuati su 21 aeroporti inglesi, considerando le specie implicate in collisioni con aeromobili nel periodo 1976 – 1990 e raccolti da Milsom e Horton (1995), è stato individuato un “gruppo prioritario” di specie maggiormente soggette al pericolo di collisione (*Figura 5.4.2.1a*). Al “gruppo prioritario” appartengono:

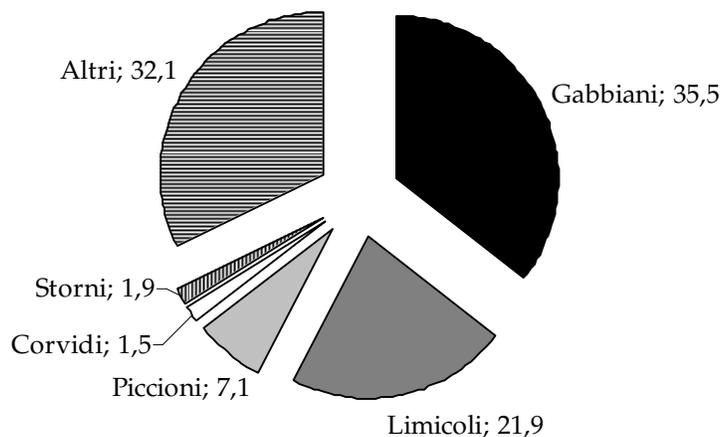
- i gabbiani, che costituiscono le cause di collisione per il 30% - 50%. Questi uccelli si trovano in grandi concentrazioni nelle regioni costiere, ma ne

esistono anche molti all'interno del continente, tra cui i gabbiani comuni (*Larus ridibundus*);

- i limicoli (piccoli trampolieri), che causano frequentemente collisioni. Nelle zone costiere la proporzione di incidenti dovuta a queste specie può anche raggiungere il 30%;
- le anatre e le oche, che costituiscono un grande pericolo, soprattutto nell'area del Canada interessata dalla migrazione di questi uccelli (13% - 18%);
- i rapaci diurni, che entrano in conto principalmente all'interno del continente (10% - 20%), soprattutto in caso di bel tempo;
- le rondini, i rondoni ed altri Passeriformi, che provocano regolarmente delle collisioni (7% - 23%); le conseguenze sono tuttavia minime data la loro taglia minuta;
- gli storni e i Turdidi, che raggruppandosi a migliaia costituiscono un potenziale pericolo nei pressi degli aeroporti (4% - 10%), soprattutto se nelle vicinanze esistono alberature o canneti che fungano da dormitori;
- i colombacci, che figurano con percentuali del 2% - 11% in tutte le statistiche di incidenti aviatori; questo tasso può aumentare durante la migrazione autunnale;
- i corvidi, che provocano occasionalmente collisioni (2% - 5%), in modo particolare nelle zone con discariche o con agricoltura intensiva.

Figura 5.4.2.1a

Distribuzione % di 6227 Collisioni su 21 Aeroporti in Inghilterra secondo la Tipologia di Uccelli tra il 1976 e il 1990 (Milsom e Horton, 1995)



Va però sottolineato come in ogni aeroporto tale gruppo possa essere caratterizzato da tipologie di uccelli diverse. In Israele, ad esempio, Shamoun e Yom-Tov (1996) hanno dimostrato, attraverso l'analisi di resti di uccelli ritrovati a seguito di incidenti, che lo spettro delle specie implicate era diverso da quello del gruppo prioritario indicato nella precedente *Figura*. In questo

caso esso era composto da passeri (36%), limicoli (17%), piccioni (10%), rondoni (9%), Galliformi (8%), cicogne (6%), anatre (2%) e 4% di altre specie.

Oltre alla presenza di specie appartenenti al gruppo prioritario, il pericolo di collisione risulta essere dipendente da numerosi e complessi fattori tra cui:

- l'altitudine e le fasi di volo;
- la velocità dell'aeromobile;
- il numero dei movimenti aerei;
- le stagioni;
- le fasi della giornata;
- la velocità di movimento dell'avifauna; durante la migrazione la velocità di movimento dei volatili è minore rispetto ai voli su corte distanze, per cui le probabilità di essere vittime di una collisione aumenta considerevolmente.

In considerazione dell'importanza del fiume Ticino come area di passo per le migrazioni di diverse specie di avifauna si segnala che tale impatto, nel caso di condizioni climatiche (nelle aree di nidificazione che vengono abbandonate e nelle aree attraversate durante i movimenti) che determinino grosse concentrazioni di individui in transito nello stesso momento nell'area, potrebbe risultare di entità media. In assenza di eventi di questo genere (normalmente riferibili a pochi giorni all'anno) si stima un impatto basso.

Collisioni

Il numero degli incidenti stradali che coinvolgono la fauna selvatica è in costante aumento in tutte le nazioni industrializzate ed è stimato nell'ordine di alcuni milioni di casi all'anno. In Europa si stima che ogni anno il numero di animali selvatici vittime del traffico stradale sia di alcune centinaia di milioni e che i costi sostenuti dalla collettività siano nell'ordine di alcune decine-centinaia di milioni di euro (Fila-Mauro et al., 2005).

Le collisioni che causano i maggiori problemi riguardano animali di grossa taglia quali gli Ungulati selvatici ed i Carnivori (Volpe, Tasso, Lupo, Lontra). Purtroppo per queste specie (con la sola eccezione del Lupo) e per i Lagomorfi (Coniglio selvatico e Lepre) i dati a disposizione per un'analisi dettagliata del fenomeno sono scarsi (Fila-Mauro et al., 2005). Per quanto riguarda la piccola fauna vertebrata, è assai poco considerata quando si affrontano le problematiche relative agli incidenti stradali ed all'effetto barriera provocato dalle infrastrutture lineari, in quanto i danni agli autoveicoli e alle persone causati dall'investimento di Rettili, Anfibi e piccoli Mammiferi sono di lieve entità, se non addirittura nulli, mentre possono essere di grande rilievo le perdite a livello di biodiversità. Un caso particolare è rappresentato dagli Anfibi, un gruppo faunistico fortemente colpito dall'effetto barriera dovuto alla presenza di strade. In concomitanza delle migrazioni riproduttive

stagionali si assiste talvolta alla perdita di intere popolazioni schiacciate dai veicoli. Questo fenomeno, oltre a causare gravi conseguenze dal punto di vista della conservazione della biodiversità, può anche diminuire la sicurezza del tratto di strada, in particolare per i motociclisti, a causa della scivolosità del manto stradale (Fila-Mauro et al., 2005).

Il notevole sviluppo di strade e ferrovie nell'area di Malpensa, l'aumento del loro utilizzo negli anni a venire e la previsione di nuove infrastrutture lineari, unitamente alla presenza di vaste aree naturali e seminaturali nelle vicinanze in grado di ospitare una fauna ricca e differenziata, inducono a stimare un impatto di entità media.

5.4.2.2 *Perdita di Habitat*

Nel caso specifico di analisi, per perdita di habitat si intende la sottrazione diretta di:

- habitat naturali (ambiente di brughiera);
- habitat semi-naturali e ambienti agricoli (bosco a prevalenza di *Robinia pseudoacacia* e *Prunus serotina*, impianti di quercia rossa e prati falciati).

Entrambe le tipologie di habitat sono presenti nell'area di sito di prevista espansione del sedime aeroportuale.

Per quanto riguarda i popolamenti animali la perdita di habitat naturale ha di per sé un effetto negativo, che porta genericamente ad un decremento numerico o, in taluni casi, alla scomparsa delle popolazioni locali o di intere specie a scala globale (Massa & Ingegnoli, 1999). Chiaramente, l'entità degli effetti sulle specie dipende da numerosi fattori, tra cui le dimensioni della popolazione, il suo grado di endemia, la sua specializzazione o la sua diffusione. Piccole comunità isolate di specie endemiche, infatti, sono destinate all'estinzione nel caso della scomparsa del loro habitat di elezione, mentre specie ad ampia diffusione ne risentono solo a scala locale (Massa & Ingegnoli, 1999).

La brughiera, ambiente aperto di particolare valenza ecologica, presente nell'area a sud dell'attuale sedime aeroportuale rappresenta verosimilmente area di rifugio ed alimentazione di numerose specie. È probabile che l'utilizzo dell'area, a scopi trofici o di riparo, risenta in qualche modo della vicinanza delle attuali strutture aeroportuali; tuttavia le capacità di "assuefazione" al disturbo da parte di diverse specie fa sì che l'area possa rivestire un ruolo chiave nel ciclo biologico di queste.

Nell'area di studio gli habitat agricoli e semi-naturali costituiscono aree di piccole dimensioni inserite tra zone fortemente antropizzate e frammenti naturali residui e sono identificate e caratterizzate dalla presenza di matrici relativamente ricche di siepi, filari e macchie arboree (Furlanetto, 2005). Si

tratta di aree comunque importanti in quanto possono essere in grado di attenuare e mitigare il disturbo (fisico e biologico) provocato dalle zone antropizzate.

L'effetto di sottrazione di questo tipo di habitat si può manifestare dunque per le specie animali sia in una perdita di habitat (ad esempio territori di caccia di alcuni uccelli insettivori), sia in un aumento del disturbo, e, per la Rete Ecologica, in una possibile diminuzione di efficacia.

Per una valutazione qualitativa dell'impatto si rimanda al paragrafo successivo, in cui la perdita di habitat viene esaminata congiuntamente ai fenomeni di frammentazione ed isolamento, strettamente connessi.

5.4.2.3 *Frammentazione ed Isolamento*

La frammentazione è il meccanismo attraverso il quale un'area naturale omogenea viene divisa in più parti separate e/o rimossa (Farina, 2001), producendo una serie di aree naturali relitte circondate da una matrice territoriale strutturalmente diversa (semi-naturale o antropizzata). Tali elementi si possono considerare come "isole" a diverso grado di isolamento.

L'intensità della frammentazione del territorio è data dalla struttura e dalla disposizione della rete di infrastrutture antropiche che costituiscono la maggior fonte di discontinuità del paesaggio e della Rete Ecologica, impedendo o limitando le connessioni dell'ecosistema. L'azione sinergica di più fattori di perturbazione rende ancor più elevato il grado di frammentazione ed incide sulla qualità, sulla capacità e sul funzionamento dei diversi habitat (Fila-Mauro et al., 2005).

Gli effetti che la frammentazione provoca sulla diversità biologica sono molteplici e complessi, la loro entità dipende da numerose variabili, fra cui il contesto territoriale/geografico di riferimento, la tipologia ambientale interessata, l'estensione e la configurazione della superficie degli habitat residui, il grado di connessione fra questi, la distanza da altre tipologie ambientali e il tempo intercorso dall'inizio del processo (Farina, 2001). Una caratteristica essenziale del paesaggio è costituita dalla connettività (Taylor et al., 1993) o dal grado di permeabilità (o di resistenza) che i diversi elementi del paesaggio presentano ai movimenti degli animali tra i frammenti ambientali. Si tratta di un fattore estremamente importante per il mantenimento delle popolazioni selvatiche che, se isolate, rischierebbero l'estinzione locale per una serie di cause, tra cui l'aumento del tasso di autoincrocio o *inbreeding*. Inoltre, una popolazione isolata non può superare eventi quali incendi o siccità.

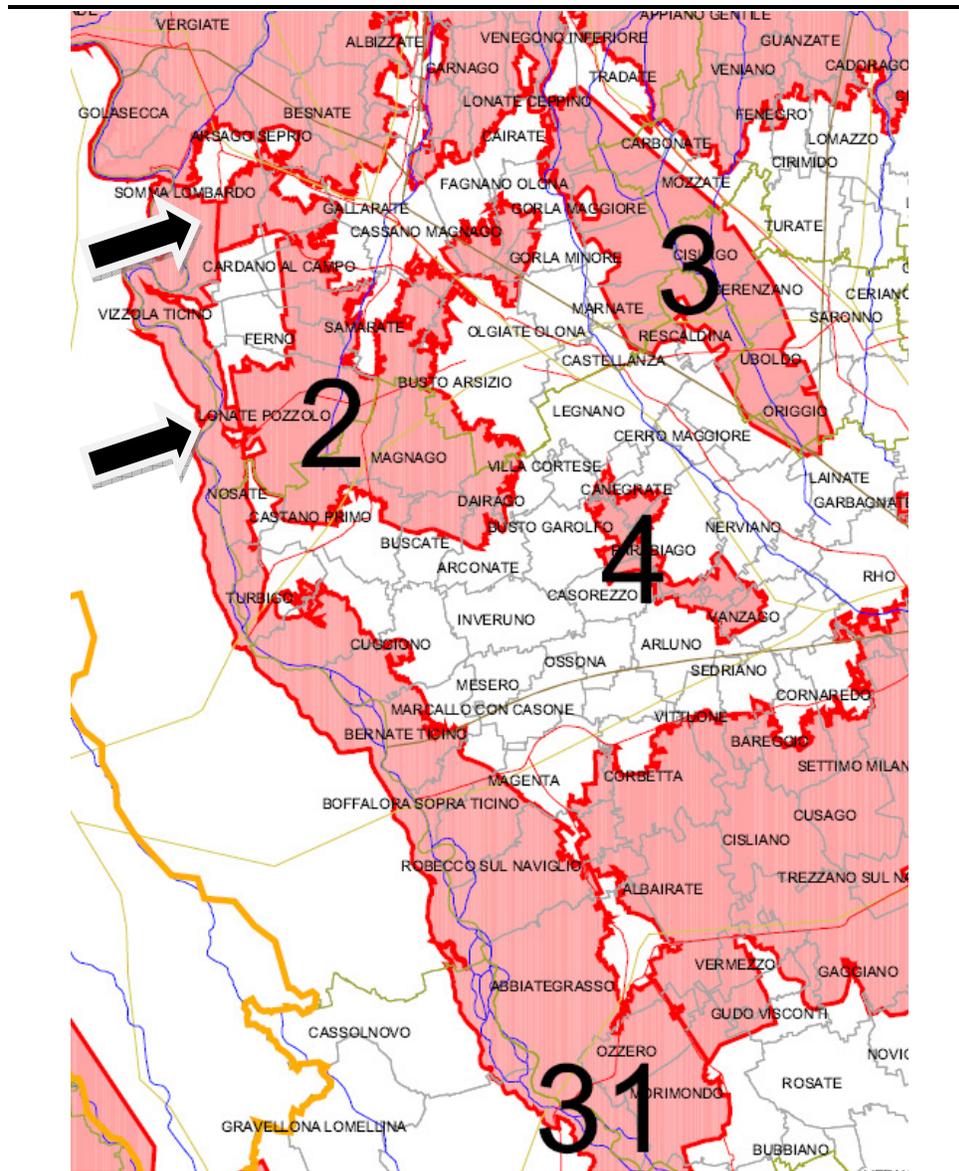
Quindi la frammentazione di un territorio può portare ad una concreta minaccia di estinzione locale o globale per la flora e la fauna, sia a livello di individui sia a quello di popolazione, in quanto riduce la disponibilità di

risorse e la sostenibilità anche delle aree adiacenti a quelle coinvolte, determinando la formazione di barriere fisiche al movimento e alla dispersione di molte specie. L'importanza della connettività è comunque variabile in relazione alle singole specie. Ad esempio è significativa per specie con areali molto ampi e un basso tasso riproduttivo. La connettività è ovviamente assai importante anche per quanto riguarda i fenomeni di immigrazione e colonizzazione (Bennett et al., 1994; Dunning et al., 1995). In generale, è evidente che il valore dei corridoi non dipende semplicemente dalla loro presenza nel paesaggio, ma anche dalla dimensione e dalla qualità dei frammenti che uniscono.

L'area di brughiera che verrà interessata dal progetto rappresenta uno dei gangli attivi della Rete Ecologica del Parco del Ticino (Furlanetto, 2005). Con *DGR VIII/8515 del 26.11.2008* è stata approvata la Rete Ecologica Regionale (RER). L'identificazione di tale rete ecologica è stata fatta sulla base della presenza delle aree prioritarie identificate da Bogliani et al., 2007. L'area a sud dell'attuale sedime aeroportuale rappresenta una delle due connessioni tra l'area prioritaria 2 "Boschi e brughiere del pianalto milanese e varesotto" e l'area 31 "Valle del Ticino", come mostrato in *Figura 5.4.2.3a*.

L'aumento del grado di frammentazione si attuerà principalmente con la perdita di corridoi. Come si osserva in *Figura 4.5.4.7h*, l'area di intervento è racchiusa all'interno di barriere infrastrutturali, attraverso le quali passano un corridoio principale e due corridoi secondari. Il corridoio principale, attraversando il Parco in senso est-ovest all'altezza del Comune di Castano Primo, collega diversi gangli funzionali e prosegue poi da una parte verso il Fiume Ticino e dall'altra verso nord, percorrendo l'area di studio e biforcandosi nuovamente verso il fiume e verso nord (parallelamente alla barriera costituita dall'aeroporto di Malpensa). I corridoi secondari intersecano i confini dell'area del previsto intervento nella sue porzioni occidentale e settentrionale. L'eliminazione di questi passaggi potrebbe causare un'interruzione di continuità nella Rete Ecologica del Parco con la conseguente diminuzione di funzionalità della rete ecologica regionale.

Figura 5.4.2.3a *Aree Prioritarie della Rete Ecologica Regionale; le Frecce Indicano le Principali Conessioni tra l'Area Prioritaria 2 e l'Area Prioritaria 31 (da Bogliani et al., 2007)*



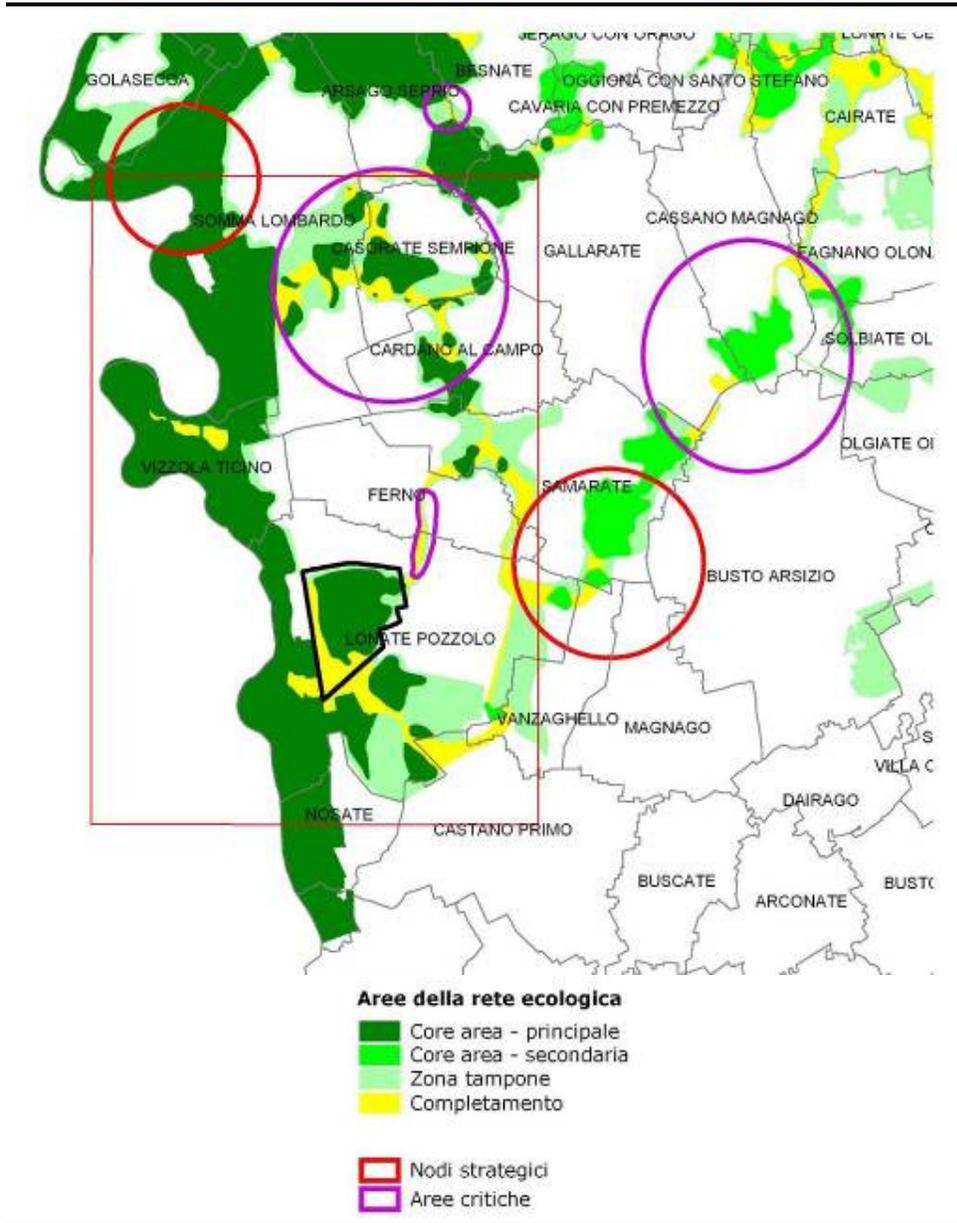
Analizzando la Rete Ecologica della Provincia di Varese e quella della Provincia di Milano si può notare come l'area su cui insiste l'aeroporto di Malpensa rappresenti un nodo critico di entrambe le reti.

Secondo la Rete Ecologica della Provincia di Varese nell'area di espansione dell'aeroporto sono presenti una *core area* principale, una zona tampone e delle aree di completamento (Figura 5.4.2.3b). Le *core areas* principali e secondarie rappresentano ambiti di elevata naturalità e biodiversità di sufficiente dimensione per sostenere una comunità animale autoriproducibile. Ulteriori elementi del paesaggio sono le fasce tampone,

aree ecotonali o di transizione a protezione da influenze esterne delle *core areas* e dei corridoi ed utili ad aumentare capacità portante, resistenza e resilienza, e le *stepping stones*. Immediatamente ad est e a nord dell'aeroporto sono presenti due aree definite critiche, in quanto presentano seri problemi ai fini del mantenimento della continuità ecologica e di una qualità ambientale accettabile per la rete. Localizzati in posizione più distante sono invece presenti alcuni nodi strategici (aree che presentano notevoli problemi di permeabilità ecologica ma che sono varchi potenziali, fondamentali per riconnettere tra loro elementi strutturali della rete ecologica).

Esaminando gli estratti della cartografia della Rete Ecologica della Provincia di Milano (*Figura 5.4.2.3c*) l'area di espansione dell'aeroporto ricade in uno dei gangli primari della rete (ambito territoriale sufficientemente vasto, caratterizzato da una particolare compattezza territoriale e ricchezza di elementi naturali). A est dell'aeroporto, approssimativamente in corrispondenza del confine comunale tra Vanzaghello e Lonate Pozzolo è localizzato un corridoio ecologico secondario e un varco funzionale in cui l'andamento dell'espansione urbana ha determinato una significativa riduzione degli spazi agricoli o aperti e quindi, al fine di preservare la continuità e funzionalità dei corridoi ecologici e non pregiudicare la funzionalità del progetto di rete ecologica provinciale, gli indirizzi del PTCP mirano a evitare la saldatura dell'edificato e a riequipaggiare, con vegetazione autoctona, tali zone.

Figura 5.4.2.3b Elementi della Rete Ecologica della Provincia di Varese



È presumibile che la perdita di habitat e il conseguente fenomeno di isolamento e frammentazione possano incidere in modo significativo, anche se al momento non quantificabile, soprattutto sulle specie di Invertebrati, essendo quest'ultimi in molti casi caratterizzati da una scarsa mobilità e quindi da una scarsa capacità di allontanarsi dalla zona di intervento e di colonizzare aree adiacenti. La trasformazione di un nucleo di habitat naturali o semi-naturale in ambiente antropizzato può inoltre causare un effetto a catena di alterazione e degradazione degli habitat circostanti, non solo per l'isolamento dei frammenti naturali residui, ma anche a causa dell'influenza diretta di un ambito antropizzato sui frammenti residui stessi.

Dal punto di vista dei Vertebrati è presumibile che la sottrazione di habitat abbia effetti negativi di entità medio-alta soprattutto sulle specie di Uccelli che si riproducono in ambiente aperto o arbustivo, Averla piccola e Succiacapre in particolare, ma anche Sterpazzola, Canapino e Saltimpalo e altre specie meno comuni. Data la vicinanza dell'area di intervento alla zona già utilizzata per il decollo e l'atterraggio degli aerei, è possibile che la nidificazione delle specie meno tolleranti al disturbo sia già attualmente impedita. L'espansione nella zona "disturbata" renderebbe comunque non idonee alla nidificazione aree che al momento lo sono data la loro distanza dalle zone perturbate.

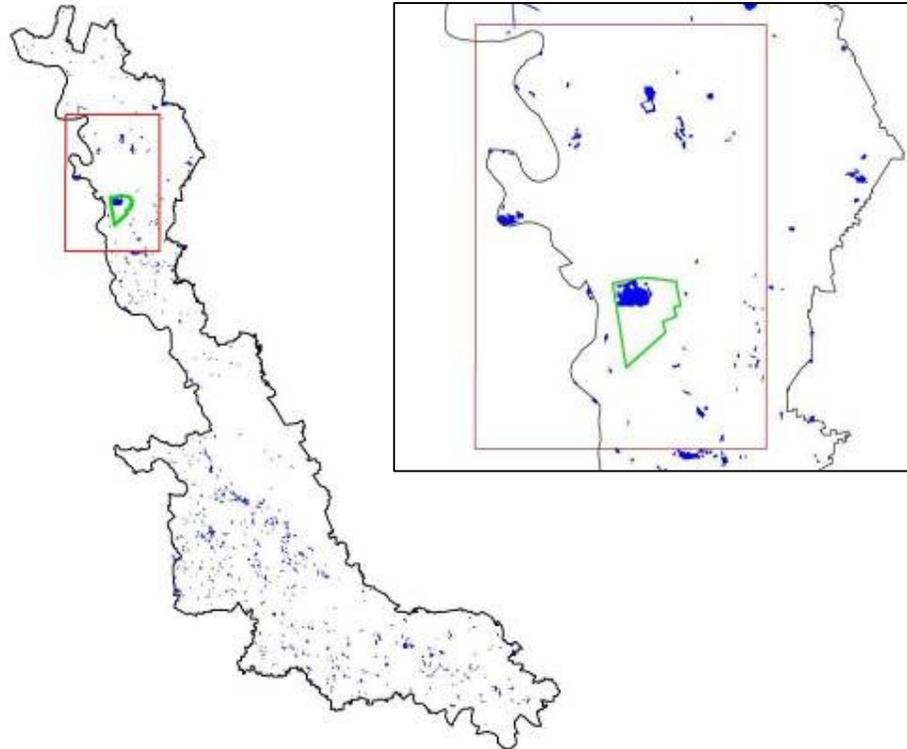
La quantificazione e la portata dell'impatto dell'espansione dell'aeroporto di Malpensa è di difficile stima, data la molteplicità di fattori che potenzialmente possono concorrere a determinare gli effetti finali della perturbazione, da un lato la perdita di habitat presenti nell'area di espansione e l'aumento della frammentazione, dall'altro i complessi meccanismi ecologici già in atto su di un territorio fortemente modificato come la pianura Padana.

Sebbene gli effetti delle perturbazioni che l'espansione di Malpensa potrà portare non siano chiaramente identificabili e, soprattutto, quantificabili, si ritiene, in base ai concetti della *Wildlife ecology* (per la sopravvivenza delle specie sono necessari habitat di buona qualità, indisturbati, di dimensioni il più grande possibile e ben connessi fra di loro), importante il fatto che a livello lombardo, l'area di espansione del sedime aeroportuale include habitat caratterizzati dalla presenza di cespuglieti, che corrispondono, per estensione, al 5,9% del totale di tali habitat nel Parco e al 37,6% nell'area di Malpensa. In base ai dati del DUSAF 2 è stata realizzata la carta riportata in *Figura 5.4.2.3d*, in cui è rappresentata la distribuzione degli "Ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione" nel Parco Lombardo della Valle del Ticino. Come si può facilmente notare il frammento all'interno dell'area di espansione dell'aeroporto è quello, nel parco, di maggiori dimensioni (61,4 ha). Se consideriamo le province lombarde di Milano, Varese e Pavia, per le quali si hanno dati ambientali di dettaglio (DUSAF2), tale frammento risulta, per dimensioni, secondo solo rispetto ad un frammento localizzato nella parte settentrionale della Provincia di Varese, di dimensioni pari a 66,4 ha. L'importanza di tale porzione di habitat si evidenzia ancora di più se

consideriamo la dimensione media di tali unità nelle tre province considerate, pari a 1,3 ha.

Figura 5.4.2.3d

Distribuzione dei “Cespuglieti” (fonte: DUSAF 2) nell’Area del Parco Lombardo della Valle del Ticino (nel riquadro Ingrandimento dell’Area di Malpensa; l’Area in Verde è la Zona di Futura Espansione dell’Aeroporto)



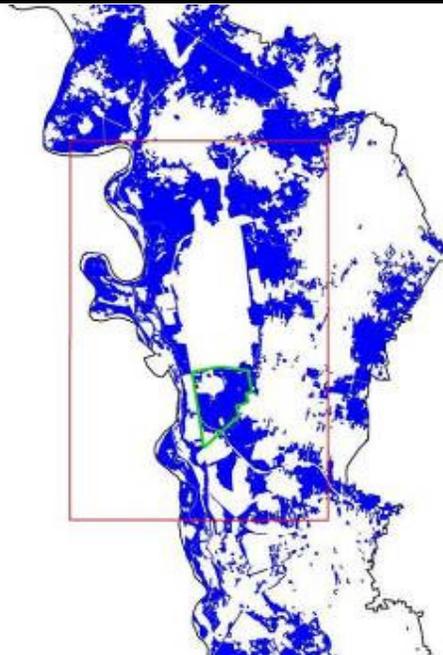
Data l’importanza dell’area del Ticino per la migrazione degli uccelli (Bovio, 1994, Fornasari, 2003) è possibile che la sottrazione di habitat abbia effetti negativi, di entità medio-alta, anche su migratori che utilizzano l’area come area di sosta lungo il tragitto migratorio, quali ad esempio Passera scopaiola e Stiaccino o anche specie di interesse per la conservazione quali Succiacapre, Tottavilla, Pettazzurro e Ortolano.

Come per l’avifauna nidificante è difficile quantificare con precisione l’ampiezza dell’impatto, tuttavia le carte di vocazionalità del territorio del Parco Lombardo della Valle del Ticino per i migratori che frequentano tipicamente gli ambienti aperti, presentate nell’*Allegato 4.5B*, forniscono un’idea del valore delle aree vicine all’aeroporto per la sosta dei migratori. Considerazioni analoghe possono essere fatte anche per l’avifauna svernante, sebbene durante il periodo invernale molte specie non siano caratterizzate da una stretta dipendenza da habitat particolari, sfruttando invece un variegato mosaico di ambienti, compresi quelli agricoli. Per l’avifauna svernante si stima pertanto un impatto medio-basso.

Sebbene l'area di intervento non interessi lembi di vegetazione arborea di pregio (nell'area il bosco è costituito in prevalenza dalle alloctone *Robinia pseudoacacia* e *Prunus serotina*), la sua vicinanza alle aree boschive poste lungo l'asse del fiume fa sì che anche la comunità legata a quest'ultima tipologia ambientale possa venire interessata dai fenomeni di frammentazione che portano ad un generale aumento della pressione antropica. Le misure di gestione suggerite per la conservazione di specie quali il Barbastello e lo Scoiattolo rosso prevedono interventi diretti sull'ambiente che includono da un lato la diminuzione dei fenomeni di frammentazione e di disturbo antropico e dall'altro il naturale sviluppo di vegetazione naturale arbustiva e boschiva, che può funzionare sia da corridoio biologico (per entrambe le specie) sia da zona di alimentazione (nel caso dei Chiroterri forestali). L'interruzione della rete ecologica e l'impossibilità di potere nel futuro ripristinare il corridoio ecologico potrà avere conseguenze negative a livelli ben superiori di quello locale, anche per le specie forestali. Tuttavia la presenza di zone boschive nella parte meridionale dell'area della futura espansione dell'aeroporto potrebbe parzialmente sostituire l'area di connessione ora rappresentata dalle zone a bosco che verranno rimosse. L'impatto sulle comunità animali legate agli ambienti forestali si può stimare di entità media.

Figura 5.4.2.3e

Distribuzione dei "Boschi" (fonte DUSAF 2) nell'Area del Parco Lombardo della Valle del Ticino più Vicino all'Aeroporto di Malpensa; l'Area in Verde Rappresenta la Zona della Futura Espansione dell'Aeroporto



Per quanto concerne le specie legate agli agroecosistemi si può presupporre che la perdita di habitat e i conseguenti fenomeni di isolamento e frammentazione potranno avere effetti di minore entità rispetto alle specie

caratteristiche degli altri ambienti. La presenza di ampie zone agricole nel contesto paesaggistico della Pianura Padana fa sì che la presenza delle specie dipenda in larga parte dalla gestione che viene attuata in tale aree; tuttavia, poiché ci troviamo in una zona altamente urbanizzata, la presenza di zone naturali e seminaturali intercluse nelle zone agricole acquista un valore altamente positivo, poiché contribuisce ad un minore disturbo alle specie e ad un effetto barriera alla diffusione di inquinanti. Complessivamente si stima un impatto sulle comunità degli agro ecosistemi di entità medio-bassa.

Data la tipologia di impatto è probabile che per le comunità legate agli ambienti urbani l'impatto sarà estremamente modesto, se non nullo.

Gli impatti sino ad ora descritti si manifesteranno in modo crescente con l'avanzare delle fasi di realizzazione degli interventi previsti nel breve, medio e lungo periodo, sino a raggiungere il loro massimo nel 2030, anno nel quale si prevede l'intervento a regime.

5.4.2.4 *Introduzione di Specie Esotiche*

Si intende per introduzione l'ingresso di organismi di provenienza esotica (alloctoni) che possono diventare tanto numerosi come individui o prevalenti come biomassa complessiva da vincere nella competizione con le specie indigene di nicchia ecologica simile o da realizzare una nuova nicchia ecologica tanto efficiente da eliminare le specie originarie presenti (Occhipinti & Sacchi, 1999). Si tratta di un fenomeno in rapida crescita in tutti i gruppi tassonomici ed in tutti gli ecosistemi, a causa fondamentalmente della globalizzazione delle economie, che ha determinato un aumento esponenziale dei trasporti, del commercio e del turismo. Questo fenomeno causa rilevanti impatti sia alla diversità biologica, sia all'economia ed alla qualità della vita dell'uomo (Genovesi, 2008).

Attualmente il diffondersi delle specie alloctone è considerato uno dei fattori principali di minaccia nei confronti della biodiversità non solo nelle aree naturali, ma anche negli ecosistemi agrari (McNeely et al., 2001). La scomparsa di specie mutualiste e la sostituzione delle specie originarie con altre invasive e/o generaliste, in alcuni casi possono innescare successivamente squilibri ecologici, anche complessi (Battisti, 2004). Gli effetti delle invasioni dipendono in gran parte dalla natura delle specie invasive e dalla struttura della comunità invasa.

Gli effetti delle invasioni possono essere determinati di volta in volta da fattori differenti quali la competizione che, nella maggior parte dei casi, determina il successo dell'invasione. L'esito dipende molto dalla struttura della comunità originaria: se la comunità è ricca di specie che ricoprono ruoli diversi, l'inserimento di nuove specie incontra maggiori difficoltà rispetto ad una comunità povera (Occhipinti & Sacchi, 1999). La probabilità di estinzione

di specie autoctone dovuta all'invasione inoltre aumenta per gli elementi più specializzati e, tra essi, per le specie con una tendenza più marcata alle forti fluttuazioni numeriche (Plimm, 1983).

Tra i possibili effetti delle invasioni non bisogna dimenticare i possibili danni economici, derivanti ad esempio dalla perdita di specie importanti per la coltivazione e l'allevamento o dall'importazione di parassiti (un esempio è dato dal Tarlo asiatico *Anoplophora chinensis* che in Lombardia rappresenta uno dei più severi problemi entomologici su piante arboree ed arbustive, Jucher *et al.*, 2008), né la possibilità di introduzione di nuove malattie trasportate da agenti patogeni alloctoni (un esempio tra tutti, la Zanzara tigre *Anopheles albopictus*).

Nell'area d'indagine il problema dell'impatto dell'eventuale introduzione di specie invasive è da tenere in considerazione, considerato che l'area del Parco del Ticino è considerata una delle aree planiziali di maggiore valenza naturalistico-ambientale. È peraltro riconosciuto che le aree urbane ed industriali e gli habitat che già risentono di qualche tipo di disturbo sono particolarmente vulnerabili nei confronti delle invasioni di specie alloctone (McNeely *et al.*, 2001).

Nel caso della presente analisi, si considera esclusivamente la possibilità di introdurre specie alloctone mediante gli aerei stessi (nelle stive o tramite i bagagli dei passeggeri), facendo riferimento, per ovvie ragioni legate alle dimensioni degli individui, al solo gruppo degli Invertebrati. Si tratta comunque di un fattore non facilmente analizzabile e quantificabile in assenza di dati specifici. L'ampiezza della problematica allo stato attuale sembra tuttavia molto modesta. Analogamente è possibile che vengano introdotti organismi patogeni in grado di avere effetti sui popolamenti faunistici. Anche in questo caso gli effetti non sono quantificabili, ma sulla base delle indicazioni attualmente disponibili non si rilevano particolari emergenze.

5.4.2.5 *Avifauna e Disturbo Aereo*

I fattori che influenzano il tipo e l'intensità, la trasmissione e la trasformazione degli stimoli causati dai mezzi aerei negli uccelli (Komenda-Zehnder & Bruderer, 2002) sono diversi, in particolare:

- gli stimoli acustici e visivi dipendono da un lato dal tipo di mezzo aereo, dall'altro dal suo comportamento di volo;
- la rilevanza di un determinato stimolo viene modificata dalla frequenza di stimoli di disturbo generati da altre fonti;
- a seconda della struttura dell'habitat e della topografia un mezzo aereo può essere percepito già da lontano o comparire improvvisamente di sorpresa;
- il modo in cui lo stimolo viene percepito dipende da diverse caratteristiche dell'uccello, come la specie, il comportamento sociale, l'esperienza;

- a seconda del comportamento dell'animale uno stimolo può causare o meno un effetto di disturbo.

In generale gli stimoli uditivi sono difficilmente separabili da quelli visivi. Le reazioni più lievi, come nervosismo, irrequietezza, ricerca di un nascondiglio o di un luogo sicuro, di solito passano inosservate e solo mediante un esame attento possono essere percepite. Così, in molti lavori, viene presa in considerazione solo l'evidente fuga causata dalla paura di fronte a un fattore di disturbo come elicotteri o aeroplani (Mosler-Berger, 1994; Keller, 1995).

Per una rassegna degli studi sulla percezione e reazione sensoriale dell'avifauna soggetta a diversi stimoli (visivo, uditivo, caratteristiche della sorgente di disturbo) si rimanda all'*Allegato 5.4B*. Nello specifico nell'*Allegato* sono riportate le seguenti informazioni che possono permettere una più approfondita conoscenza delle informazioni che hanno permesso di stimare gli impatti dei velivoli sull'avifauna:

- Analisi dello Stimolo Visivo;
- Analisi dello Stimolo Uditivo;
- Analisi delle Caratteristiche del Disturbo;
- Analisi delle Conseguenze delle Reazioni ai Mezzi Aerei;
- Analisi degli Effetti Generali del Rumore;
- Analisi degli Effetti del Rumore degli Aeromobili;
- Analisi degli Effetti del Rumore dei Reattori e Bang Sonici;
- Analisi dell'Adattamento al Rumore dei mezzi aerei;
- Review delle ricerche più recenti: effetti del rumore sul canto degli uccelli;
- Caso Studio: Impatto del Traffico Aereo sulla Sosta dei Migratori;
- Dati di inanellamento per la valutazione dell'impatto di Malpensa sulla sosta degli uccelli migratori.

Individuazione degli Impatti sull'Avifauna

Avifauna Nidificante

Il primo ed evidente impatto del Nuovo Master Plan dell'aeroporto di Malpensa è costituito dall'erosione di habitat conseguente alla costruzione della terza pista e delle infrastrutture aeroportuali. Queste opere andranno infatti a consumare porzioni importanti di habitat boschivi e di brughiera, in un territorio già fortemente sottoposto a pressione antropica. Il consumo di habitat naturale, anche se in alcuni casi di qualità mediocre, avrà inoltre come conseguenza la ulteriore frammentazione degli habitat residui che può portare ad effetti negativi sulle specie nidificanti, come ad esempio un basso tasso riproduttivo (Robinson et al., 1995). Questi temi, che interessano tutti i gruppi faunistici, sono stati trattati in dettaglio nel *Paragrafo 5.4.2.2*.

Uno dei maggiori elementi di disturbo provocato dall'attuazione del Nuovo Master Plan Aeroportuale è indubbiamente quello del rumore. L'incremento del rumore è collegato a diversi aspetti della realizzazione del progetto: tra questi i principali sono identificabili nell'incremento del traffico aereo, inteso come numero di voli e come dimensione media degli aeromobili, e in quello del traffico veicolare, su gomma e rotaia, da e per l'aeroporto.

Fenomeni di inquinamento acustico saranno legati sia alla fase di cantiere che a quella di esercizio.

I principali effetti dell'inquinamento acustico si possono identificare nella diminuzione della densità delle specie nidificanti, nella diminuzione dei tassi di accoppiamento, del successo riproduttivo e nella variazione della struttura delle comunità. Restano poi da indagare le conseguenze delle modificazioni comportamentali cui le specie stanno andando incontro proprio a causa della sempre maggiore diffusione di fonti di disturbo acustico che interferiscono sui sistemi di comunicazione sonora degli uccelli. L'alterazione del time-budget degli uccelli può avere conseguenze sul loro bilancio energetico.

Per quanto riguarda il disturbo visivo, esso non potrà far altro che accrescersi in maniera direttamente proporzionale all'incremento di traffico aereo previsto nei prossimi vent'anni. Da un lato è stato dimostrato in diversi casi che le specie, in particolare se legate ad un'area per periodi prolungati, ad esempio durante il periodo di nidificazione o svernamento, sono in grado di adattarsi nel tempo a livelli anche elevati di disturbo acustico e visivo; d'altro canto l'estrema variabilità dei risultati degli studi effettuati suggerisce cautela in merito a questo tema. Non è infatti possibile estendere i risultati di tali studi a tutte le situazioni e a tutte le specie.

L'estensione spaziale del disturbo è legata alle nuove traiettorie di decollo e di atterraggio. Inoltre, l'incremento del traffico aereo porterà anche ad un incremento di traffico veicolare lungo le arterie stradali e ferroviarie. Da non sottovalutare infine lo sviluppo dell'indotto con relativo ulteriore consumo di territorio e aumento delle attività antropiche.

Sulla base dei dati a disposizione, dell'esperienza pregressa e della letteratura consultata si stima un impatto, sulle specie e comunità nidificanti, di entità media.

Avifauna Svernante

Il Lago Maggiore ed il fiume Ticino nel suo tratto a valle del lago ospitano nel periodo invernale importanti contingenti di uccelli acquatici svernanti, con la presenza di numerose specie di interesse per la conservazione (Longoni *et al.*, 2007; Rubolini *et al.*, 2003, 2004, 2005 e 2006; Vigorita *et al.*, 2002).

Le traiettorie dei velivoli in partenza o in arrivo da e per l'aeroporto di Malpensa si sovrappongono spesso alle aree frequentate da tali specie: l'incremento di traffico prevedibile con la realizzazione del Nuovo Master Plan Aeroportuale potrebbe quindi costituire una fonte di disturbo per le specie acquatiche presenti lungo il Ticino e presso il Lago Maggiore nel periodo invernale. Va comunque tenuto conto che, secondo diversi studi, quando gli uccelli vengono sottoposti ripetutamente a disturbo acustico senza che a questo si associ un reale pericolo, essi sono perfettamente in grado di "abituarsi" al disturbo stesso, senza mostrare segni evidenti di stress (si veda ad es. Fornasari e Calvi, 2003 e lavori lì citati). A ciò va inoltre aggiunto che gli uccelli durante lo svernamento sono molto mobili, per cui una eventuale fonte di disturbo può essere evitata spostandosi in aree più tranquille. Il disturbo provocato dal traffico aereo su queste specie può quindi considerarsi potenzialmente di scarsa entità, ma comunque meritevole di verifica.

Da non trascurare invece il pericolo di collisione, poiché molte delle specie presenti lungo il fiume (ad es. i Laridi) hanno comportamento gregario nel periodo invernale raggruppandosi in grandi stormi, anche di migliaia di individui, che compiono spostamenti regolari (anche di centinaia di chilometri) dalle aree di foraggiamento ai dormitori comuni: per questi motivi e per le grandi dimensioni, le specie acquatiche svernanti costituiscono uno dei gruppi maggiormente soggetti al rischio di collisione.

Sulla base dei dati a disposizione, dell'esperienza pregressa e della letteratura consultata si stima un impatto, sulle specie e comunità svernanti, di entità bassa.

Avifauna Migratrice

Riguardo all'avifauna migratrice in sosta presso l'area di studio, le criticità sono piuttosto differenti rispetto all'avifauna svernante e nidificante. Anche in relazione a queste specie l'erosione e la frammentazione degli habitat naturali costituiscono un evidente fattore negativo, ma quello che si configura come l'aspetto più significativo è quello del disturbo, acustico e visivo, legato al traffico aeroportuale.

La sosta costituisce infatti per gli uccelli un momento critico durante il tragitto migratorio. Gli uccelli, esausti dopo un lungo volo di trasferimento, necessitano di aree idonee alla ricostituzione delle riserve energetiche, che verranno poi accumulate sotto forma di tessuto adiposo ed utilizzate come carburante per proseguire con successo il tragitto migratorio. Durante la migrazione, soprattutto quella pre-riproduttiva, gli uccelli sono sottoposti a notevoli stress temporali: i primi ad arrivare presso gli areali riproduttivi conseguiranno indubbi vantaggi in termine di qualità del territorio, di qualità del partner e, in ultima analisi, di successo riproduttivo.

La durata complessiva della migrazione è determinata in gran parte dalla durata delle soste: è facile intuire quindi la necessità per gli uccelli migratori di individuare habitat di elevata qualità in cui reintegrare le riserve energetiche nel minor tempo possibile. La presenza di elementi di disturbo in grado di intaccare l'efficacia del foraggiamento e, quindi, la velocità di accumulo del tessuto adiposo costituisce un fattore altamente negativo per gli uccelli migratori.

Questi infatti, a differenza degli individui svernanti o nidificanti, non hanno il tempo di "assuefarsi" al rumore o al disturbo visivo, imparando che lo stesso non è associato ad un reale pericolo.

Il disturbo provocato dagli aerei si configura quindi come un elemento fortemente negativo in grado di alterare il time-budget degli uccelli in sosta migratoria riducendone l'efficacia nell'alimentazione.

Per quanto riguarda la portata del disturbo nell'area di studio, se il disturbo fosse legato al solo rumore percepito al suolo, una volta individuata la soglia sensibile, sarebbe possibile individuarne il raggio d'azione sulla base delle carte di ricaduta del rumore al suolo. Queste dipendono dalle traiettorie di volo degli aeromobili durante le fasi di decollo e di atterraggio. A livello teorico la nuova configurazione aeroportuale, permettendo una migliore distribuzione dei movimenti aerei porterà ad una riduzione del rumore rispetto alla situazione attuale, in particolare nelle aree poste a nord dell'aeroporto.

Un'influenza significativa sul rumore prodotto e, quindi, sul disturbo generato, è data infine dalle caratteristiche tecniche dei velivoli: insieme al numero, anche la tipologia di aerei che effettueranno i nuovi voli presso Malpensa concorrerà a determinare in ultima analisi il disturbo complessivo nell'area dell'aeroporto.

Sulla base dei dati a disposizione, dell'esperienza pregressa e della letteratura consultata si stima un impatto, sulle specie migratrici, di entità alta.

5.4.2.6 *Inquinamento Luminoso*

La quantità di luce inquinante il cielo si compone di una parte diretta, che quantitativamente può oscillare fra il 0,3 % ed il 70% di quella emessa, l'altra è dovuta alla riflessione della superficie terrestre (in media 10% circa), le due componenti provocano effetti sull'ecosistema circostante (UAI, 2000). L'effetto più inquinante, in rapporto alla densità e potenza degli impianti di illuminazione, è dovuto agli stabilimenti industriali, ai porti, aeroporti ed impianti sportivi, dove sono presenti una miriade di torri faro di notevole potenza.

L'illuminazione notturna ha un esito negativo sull'ecosistema circostante, modificando il naturale ciclo luce-buio di flora e fauna (ritmo circadiano); in natura questo meccanismo regola normalmente molte attività fisiologiche. Citiamo numerosi esempi noti di interazione tra fonti luminose artificiali e fauna: l'anormale attrazione degli insetti notturni da parte di luci artificiali, che ne altera la normale biologia e spesso ne causa la morte diretta (soprattutto determinati tipi di lampade, si veda Eisenbeis & Hassel, 2000; Gerson & Kelsey, 1997; Sustek, 1999; Kolligs, 2000) o indiretta, rendendoli più visibili ai predatori (Craig & Freeman, 1991); la presenza di pipistrelli intorno ai lampioni, dovuta all'anormale concentrazione di insetti sulle fonti luminose artificiali, in momenti dell'anno in cui le condizioni sono critiche per la loro sopravvivenza (Rydell, 1991; Rydell & Baagoe, 1996); l'attrazione della microfauna verso le città, fenomeno che sottrae risorse ai predatori naturali.

Per quanto riguarda l'influenza dell'inquinamento luminoso sugli Uccelli è stato condotto uno studio sugli effetti dell'inquinamento luminoso dell'aeroporto di Malpensa (*Allegato 5.4B*) che ha rilevato come l'avifauna migratrice risulta influenzata dalla illuminazione dell'aeroporto. Nel caso in esame, si prevede un aumento di inquinamento luminoso nell'area di studio, dovuto non solo ai nuovi impianti delle aree aeroportuali ma anche all'illuminazione relativa alle strutture associate. Si precisa comunque che le aree maggiormente illuminate (es. piazzali) si concentrano all'interno del sedime attuale e solo marginalmente nell'area di sito.

Va sottolineato che l'inquinamento luminoso non ha effetto negativo solo sull'avifauna, ma anche su altre componenti. È stato infatti suggerito che l'aumento di illuminazione lungo le strade possa favorire da un lato le specie più comuni di Chiroteri a svantaggio delle specie più esigenti e meno comuni (Rydell, 1989; Arlettaz et al., 2000). L'illuminazione notturna attrae infatti un gran numero di insetti dalle aree naturali circostanti favorendo quelle specie di Chiroteri che non risultano disturbate dalla presenza di luci negli habitat di caccia quali ad esempio *Pipistrellus pipistrellus* e *Pipistrellus kuhlii*. La distribuzione dell'impatto sarà strettamente connesso alla posizione dei cantieri e successivamente alla presenza di sistemi di illuminazione direttamente connessi con il funzionamento dell'aeroporto e delle strutture connesse in particolare strade e parcheggi.

L'impatto è da considerarsi medio-alto per tutte le specie notturne, in particolare per i Chiroteri non antropofili e, tra l'Avifauna, per i migratori notturni.

5.4.2.7 *Inquinamento Acustico*

Anche l'inquinamento acustico è da considerare un ostacolo alla permeabilità ecologica. Impatti significativi non si producono solo per gli organismi

terrestri, ma anche per quelli che si spostano per via aerea (in particolare l'avifauna).

Un impatto immediato è il rumore generato nel cantiere durante la fase di costruzione, ma il disturbo acustico nel caso in esame rimarrà un problema a lungo termine. Gli animali rispondono all'inquinamento acustico alterando gli schemi di attività, con un incremento ad esempio del ritmo cardiaco e un aumento della produzione di ormoni da stress (Algers et al., 1978). Negli animali domestici e da laboratorio sottoposti a rumori intensi e duraturi tali effetti compaiono già a valori tra 85 e 89 dB (livelli comunque non raggiunti all'esterno del sedime). Questi valori vengono spesso superati nelle vicinanze di campi d'aviazione o in zone dove gli aerei volano a bassa quota, ma anche dove vi è un intenso traffico stradale (Burger, 1983; Bowles, 1995). Oltre ai danni alla salute, possono insorgere problemi di comunicazione. Talvolta gli animali si abituano agli aumentati livelli di rumore e apparentemente ritornano ad una normale attività (Bomford & O'Brien, 1990); ma Uccelli e altre specie di fauna selvatica che comunicano tramite segnali sonori possono essere danneggiati dalla vicinanza delle infrastrutture. Il rumore prodotto dalle autostrade può inoltre disgregare la suddivisione e la difesa dei territori da parte di questi animali. I normali comportamenti riproduttivi anche di altre specie possono essere alterati da eccessivi livelli di rumore, come è stato studiato in alcune specie di Anfibi (Barrass, 1985). Sebbene gli effetti del disturbo acustico siano molto difficili da misurare e meno intuitibili di quelli dell'inquinamento atmosferico, è considerato uno dei maggiori fattori di inquinamento in Europa (Vangent & Rietveld, 1993; Lines et al., 1994). Sebbene manchino ricerche strategiche sulle soglie critiche del disturbo delle specie in relazione alle strade, le specie con le seguenti caratteristiche si possono considerare le più vulnerabili al disturbo e ai successivi impatti (Hill et al., 1997): specie grandi, longeve, con tassi riproduttivi relativamente bassi, specialisti per quanto riguarda l'habitat, di ambiente aperto (ad esempio zone umide) piuttosto che chiuso (ad esempio foreste), rare, con popolazioni concentrate in poche aree chiave.

Generalmente l'intensità del rumore è incrementata da elevati regimi di traffico e da alta velocità. Il rumore veicolare è dato da una combinazione di rumori prodotti dai motori; l'intensità del disturbo può anche essere aumentata da silenziatori ed equipaggiamenti difettosi. Qualunque condizione appesantisca il lavoro dei motori dei veicoli (come una ripida inclinazione) contribuisce ad incrementare il rumore (Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation).

Per quanto riguarda l'influenza dell'inquinamento acustico sugli Uccelli, ed in particolare sui migratori, si rimanda alla trattazione approfondita del *Paragrafo 5.4.2.5*.

5.4.2.8 *Disturbo Visivo*

Il disturbo visivo è dato da elementi in movimento (ad esempio veicoli o aeromobili) che vengono percepiti dagli individui come fonte di pericolo e

distolgono gli animali dal normale comportamento, modificandone il *time budget*. Nel caso dell'ampliamento dell'aeroporto, si tratta di un possibile effetto da valutare sulle specie focali sia in fase di cantiere (incremento del traffico di veicoli da lavoro) sia in fase di esercizio (aumento del traffico aereo e di quello veicolare nelle infrastrutture collegate).

Per quanto riguarda l'influenza del disturbo visivo in fase di esercizio sugli Uccelli, ed in particolare sui migratori, si rimanda alla trattazione approfondita del *Paragrafo 5.4.2.5*.

5.4.2.9 *Emissioni Atmosferiche*

L'aumento di traffico veicolare e aereo porta ad un aumento della presenza di inquinanti dell'aria che hanno ripercussioni dirette sulla fauna. Le emissioni causate da traffico sono principalmente ossido di carbonio, ossidi di azoto, VOC (Composti Organici Volatili) e piccole particelle di polvere.

Gli inquinanti dell'aria causano impatti ecologici a tutti i livelli dell'organizzazione biologica e sono stati ampiamente studiati in tutti i gruppi animali, che risentono sia dell'inquinamento cronico sia di quello acuto (Cole & Landres, 1996). Un'enorme varietà di inquinanti dell'aria, infatti, si combina per formare composti che inducono stress interattivi o sinergici. Ad esempio, le radiazioni ultraviolette (specialmente ad elevate intensità), legate alle piogge acide, sono tra le possibili cause del declino delle popolazioni di Anfibi; gli organismi acquatici sono particolarmente sensibili all'inquinamento (in particolare degli effetti legati alle deposizioni acide; Cole & Landres, 1996). Questo tipo di stress può genericamente causare perdita di vigore e di capacità riproduttiva, nonché aumentare la sensibilità degli individui alle malattie o agli agenti patogeni in molte piante e animali. Gli impatti possono essere particolarmente pesanti su specie in declino o al margine dell'areale. Altri impatti critici includono l'alterazione dei cicli di nutrienti e i cambiamenti nella produttività primaria (Cole & Landres, 1996), che si traducono in effetti indiretti per le specie a livelli più alti della catena alimentare.

Allo stato delle conoscenze attuali si ritiene che siano gli habitat acquatici quelli maggiormente a rischio, tuttavia la distanza tra l'aeroporto e le principali zone umide presenti nell'area dovrebbe consentire la limitazione del fenomeno.

5.4.3 *Mitigazioni e Compensazioni*

5.4.3.1 *Mitigazioni e Compensazioni: Vegetazione e Flora*

Considerate le caratteristiche del progetto e valutati gli impatti da questo esercitati sulle componenti flora e vegetazione (*Paragrafo 5.4.1*), si è prevista la realizzazione di misure di mitigazione, al fine di ridurre l'incidenza diretta dell'opera in oggetto, e di compensazione nei confronti delle aree a vegetazione naturale (in massima parte brughiere e boschi) sottratte dalle

opere in oggetto. Entrambe le tipologie di misure si configurano anche come componenti che controbilanciano l'impatto dell'opera a livello di paesaggio, quest'ultimo inteso soprattutto come elemento di massima aggregazione della diversità ecologica nonché di caratterizzazione storico-culturale del contesto territoriale (in altre parole, inteso unicamente come paesaggio naturale e seminaturale dell'Alta Pianura lombarda occidentale).

Si è quindi ritenuto di maggiore utilità trattare congiuntamente le mitigazioni delle componenti naturalistica e paesaggistica, sia per la funzione paesaggistica dell'elemento vegetale naturale (fondamentale e prioritaria nel contesto territoriale analizzato), sia per fornire delle mitigazioni, con opere a verde, omogenee e coerenti con l'accezione di paesaggio in precedenza riportata.

In termini generali è possibile identificare i seguenti rapporti tra gli impatti individuati e gli interventi proposti di mitigazione e compensazione.

La perdita di habitat e specie può essere compensata con interventi rivolti rispettivamente alla ricreazione dei medesimi tipi di habitat sottratti, nonché all'incremento delle popolazioni di specie ritenute rilevanti dal punto di vista conservazionistico ed emblematiche del territorio dell'Area Vasta. Per quanto concerne l'effetto "isola di calore" si propone sostanzialmente l'impiego dei "green roof". In relazione alla difficoltà di quantificare l'impatto da stress da inquinamento, si ritiene che allo stato attuale le opere proposte di compensazione su habitat naturali e specie possano essere ritenute sufficienti a bilanciare l'impatto ambientale.

Non si è invece ritenuto necessario individuare specifici interventi di compensazione ai fini di contrastare l'inquinamento floristico, se non proporre interventi selvicolturali per il controllo di specie esotiche invasive. Azioni preventive di mitigazione a tal fine sono da ricollegarsi innanzitutto ad una corretta gestione delle "malerbe" nelle aree di cantiere dell'opera in oggetto e in quelle soggette alle opere di mitigazione/compensazione, da esplicarsi in via generica con il contenimento della vegetazione spontanea tramite sfalcio e/o diserbo (ad esempio, pirodiserbo e impiego di diserbanti a bassa persistenza e tossicità nei confronti di altri organismi). Inoltre, si ritiene che interventi di riqualificazione di determinati habitat naturali, oltre che preservarne l'integrità, possano essere misure efficaci nel controllo della diffusione dell'inquinamento floristico. Anche l'utilizzo di piante autoctone nonché certificate (*Paragrafo 5.4.2.2*) contribuirebbe a ridurre gli effetti di questo particolare impatto.

Occorre evidenziare come tra le specie vegetali proposte per le opere di mitigazione/compensazione sono elencate piante di cui è vietato oppure sconsigliato l'impianto ai fini del controllo alla diffusione del cerambicide *Anoplophora chinensis* nei comuni lombardi individuati dalla DDUO 23 maggio

2006, n. 5704. Poiché alcuni di questi comuni ricadono nell'Area Vasta, ovvero nel Parco Lombardo della Valle del Ticino, l'impianto di tali specie è vietato. Si deve tuttavia notare che le aree in cui realizzare le misure di mitigazione/compensazione non sono state sinora individuate, né si conosce attualmente la tempistica di tali interventi (alla data di esecuzione l'emergenza potrebbe essere anche superata). Inoltre l'ampio ventaglio proposto, consente di optare anche su specie il cui impianto è invece sin da ora consentito.

Ambiti di Intervento

Gli ambiti tecnici di intervento individuati per la realizzazione delle opere di mitigazione e compensazione possono essere riassunti nelle seguenti categorie di interventi:

- ripristini e/o riqualificazioni di habitat naturali e seminaturali: previsti come opere compensative di habitat non-forestali di interesse naturalistico-conservazionistico e di evidente connotazione paesaggistica e storico-culturale;
- riforestazioni: previste come opere di compensazione, da realizzarsi in aree di interesse dal punto di vista vegetazionale o in aree importanti da un punto di vista ecologico, in applicazione dell'art. 43 della LR 31/2008 e dell'art. 4 del d.lgs. 227/2001;
- contributi pro-fauna: previsti come opere di compensazione, al fine aumentare la complessiva potenzialità biologica dell'area;
- opere a verde: riguardanti soprattutto le zone nei pressi delle opere di progetto e concernenti interventi di mitigazione, da applicarsi lungo le recinzioni, sulle scarpate e in genere nei pressi dei manufatti.

Per quanto concerne invece gli ambiti territoriali in cui effettuare gli interventi proposti, allo stato attuale non è possibile fornire indicazioni precise, ma solo orientative.

Sulla base dell'area oggetto degli impatti (v. *Figura 5.4.1.2a*), l'ambito preferenziale dovrebbe essere il Parco Lombardo della Valle del Ticino (soprattutto la zona a Parco Naturale, individuata ai sensi della "Legge quadro sulle aree protette" n. 394 del 6 dicembre 1991) ed in subordine il Parco del Ticino nel territorio piemontese; in entrambi i Parchi, ambito elettivo sarebbe costituito dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC). Data la natura di alcuni interventi proposti, come ad esempio quelli inerenti la brughiera, la scelta ricadrebbe obbligatoriamente su aree in massima parte al di fuori della zona a Parco Naturale.

Data l'estensione longitudinale di alcune delle suddette aree protette, appare necessario fissare un limite geografico, che in via approssimativa, ma non vincolante, può essere fissato in un raggio di 5 km rispetto all'Area di Sito e all'attuale sedime aeroportuale. Questo limite, in apparenza restrittivo, è in realtà finalizzato ad agganciare gli interventi di mitigazione/compensazione

il più vicino possibile all'Area di Sito, dove si assisterà ad una riduzione della qualità floristico-vegetazionale e dove quindi ha una maggior ragion d'essere l'esecuzione di opere di mitigazione/compensazione.

Criteria Generali alla Base degli Interventi

I criteri generali che sottendono alla definizione delle modalità degli interventi di mitigazione/compensazione sono definiti in funzione delle opere previste dal progetto di ampliamento del sedime aeroportuale e dalla tipologia degli ambiti di intervento (naturalità, grado di sensibilità, ecc.). Per quanto riguarda questo secondo aspetto, solo in fase progettuale di ciascun intervento è possibile definire con precisione gli aspetti tecnici (specie da piantumare, sesto d'impianto, ecc.), in relazione alle caratteristiche ambientali ed ecologiche di ciascun sito prescelto.

Sono previste due finalità principali di intervento, quantunque largamente coincidenti sul piano pratico:

- interventi a carattere naturalistico e conservazionistico;
- interventi a carattere paesaggistico e funzionale (perlopiù di tipo estetico-ornamentale).

Gli interventi a carattere paesaggistico-funzionale sono stati pensati prevalentemente per quelle aree dove non è possibile o ha poco senso ricreare delle condizioni naturali, poiché l'ambiente in cui si collocano è particolarmente compromesso. Tali aree sono state individuate nei reliquati, nelle aree destinate all'arredo urbano, lungo la viabilità a servizio delle opere, ecc. Tali interventi si configurano quindi soprattutto come opere di mitigazione.

Il fine degli interventi a carattere naturalistico è piuttosto di compensare la perdita di habitat sottratti, nonché di mitigare le criticità definite dall'esercizio dalle opere di progetto. Rimane comunque palese che nella maggior parte delle tipologie di intervento previste a carattere naturalistico e conservazionistico sia insita anche una finalità paesaggistico-funzionale.

Una differenza sostanziale tra le due finalità di intervento è l'utilizzo esclusivo o meno di specie autoctone. Occorre infatti precisare che il comma 2 dell'art. 10 della LR 10/2008 recita: *"è parimenti vietata l'introduzione di specie vegetali alloctone negli ambienti naturali"*.

Per gli interventi a carattere naturalistico è quindi previsto l'utilizzo rigoroso di specie autoctone. Per gli interventi a carattere paesaggistico, non compresi in ambienti naturali, si prevede anche l'impiego di specie esotiche, capaci di resistere alle condizioni microambientali fortemente artificiali e limitanti, nonché dotate di interessanti caratteristiche estetico-ornamentali.

In ogni caso si dovrà evitare l'utilizzo di specie esotiche a carattere invasivo (quantomeno sospettate di esserlo, in relazione anche alla letteratura scientifica sull'argomento) o comunque estranee al paesaggio tipico lombardo. Occorre precisare che per autoctono si intende un taxon che è originario di una data area o che vi è giunto senza l'intervento intenzionale o volontario dell'uomo; questa definizione esclude i prodotti di ibridazione (ancorché naturali), che coinvolgono almeno un taxon esotico come progenitore. Si escludono inoltre dai taxa autoctoni tutte le cultivar, in quanto frutto di selezione da parte dell'uomo.

Ne consegue che alcune specie come ad esempio *Larix decidua*, *Picea abies*, *Sorbus aucuparia* e *Ulmus glabra* non sono affatto autoctoni per il contesto territoriale in oggetto, nonostante siano specie autoctone in riferimento all'ambito regionale. In aggiunta, specie come *Castanea sativa*, *Juglans regia* e *Morus nigra* devono essere considerate come esotiche e più specificatamente archeofite (cioè introdotte dall'uomo prima del 1500); la presenza di questo ultimo gruppo di specie è spesso tollerabile e il loro uso limitatamente acconsentito (in particolare in aree con habitat di non elevato valore naturalistico-conservazionistico), in relazione alla loro datata presenza nell'area e del ruolo storico-culturale che hanno avuto, perlomeno sino ad un recente passato.

La scelta di utilizzare specie vegetali autoctone della pianura lombarda, che possano inserirsi armoniosamente nella matrice ambientale e arricchire e diversificare il paesaggio in cui l'opera è inserita, è avvalorata dalle seguenti Delibere della Regione Lombardia, relative all'impiego di opere di ingegneria naturalistica:

- DGR 13900 del 1 agosto 2003;
- DGR n 6/6586 del 18 dicembre 1995;
- DGR n 6/29567 del 1 luglio 1997;
- DGR n 6/48740 del 29 febbraio 2000;
- DGR n 7 2571 del 11 dicembre 2001.

Tali disposti normativi prevedono quindi la possibilità di utilizzare materiale vegetale certificato come "autoctono", ad esempio prodotto dal "Centro Regionale Flora Autoctona" della Regione Lombardia (v. DGR 1 febbraio 2006, n. 8/1825), che ha avviato da tempo la riproduzione di numerose specie autoctone di piante erbacee e arbustive di interesse naturalistico contrassegnate con il marchio FLORA AUTOCTONA ®.

Le piante erbacee ed arbustive con il marchio FLORA AUTOCTONA ® risultano infatti compatibili con le popolazioni lombarde e sono pertanto adatte all'impiego in opere di riqualificazione - recupero ambientale, inclusi gli interventi di ingegneria naturalistica, oppure ad intraprendere progetti di conservazione di specie rare e/o minacciate.

La compatibilità delle piante riprodotte è garantita dall'utilizzo di materiale vegetale riproduttivo (ovvero di propaguli, come talee, bulbilli, rizomi, tuberi,

semi, fiorume, ecc.), proveniente da popolazioni naturali presenti nel medesimo ambito fitogeografico (distretto geobotanico) in cui è ubicato il sito che ospiterà le piante. In concreto questo requisito si traduce nella raccolta di propaguli in una località più prossima a quella del sito di impianto. Un altro aspetto che viene considerato nella raccolta è l'ambito ecologico in cui è inserita la popolazione donatrice, che deve essere il più possibile simile a quello del sito di piantumazione.

Si ritiene che questi i criteri basilari seguiti nella produzione di piante certificate con il marchio FLORA AUTOCTONA ® debbano essere genericamente utilizzati anche per la produzione di specie autoctone di interesse forestale, ai fini di garantire la compatibilità con le popolazioni lombarde e soprattutto avere maggiori garanzie per il raggiungimento degli scopi che gli interventi di mitigazione/compensazione si prefiggono. Per tale motivazione, si segnala che con la DGR n. 8/6272 del 21/12/2007 è stato istituito il Registro dei boschi da seme della Regione Lombardia - "RE.BO.LO", mediante il quale sono state individuate le aree in cui è possibile raccogliere semi di piante forestali (previo assenso del proprietario e dopo aver acquisito l'autorizzazione da parte dell'ente forestale competente), per la produzione, da parte dei vivaisti autorizzati, di piantine da utilizzare in piantagioni a fini forestali e non ornamentali. L'elenco complessivo delle aree è stato inserito in un Registro regionale dei boschi da seme è stato approvato con decreto n. 2894 del 21 marzo 2008.

Poiché gli interventi previsti per la realizzazione dell'opera comporteranno la completa distruzione della vegetazione nell'Area di Sito, la maggior parte del materiale riproduttivo potrà essere recuperato dalle popolazioni di quest'area, in particolare per quanto concerne le specie legate alla brughiera e ai boschi acidofili.

Inoltre molte piante, come ad esempio i cespugli, piuttosto che il cotico erboso, possono essere recuperati per gli interventi di mitigazione/compensazione, rispettando alcune semplici disposizioni durante le prime fasi degli interventi previsti dall'opera. Tale materiale, momentaneamente conservato in luoghi adatti (ad esempio non in pieno sole), dovrà necessariamente essere messo a dimora il prima possibile (compatibilmente con le condizioni meteorologiche) nei siti identificati come idonei in relazione al tipo di intervento di mitigazione/compensazione.

Il punto C del Paragrafo 4.4 dell'Allegato 2 della DGR n. 8/3002 del 27/07/2006 relativa a "Criteri per la trasformazione del bosco e per i relativi interventi compensativi (d.lgs. 227/2001, art. 43, LR 31/2008, art. 4)", in merito agli "Interventi di conservazione o di miglioramento della biodiversità o del paesaggio" recita:

"...omissis...i seguenti interventi specificatamente indicati dal PIF o, in sua assenza, solo se specificatamente e dettagliatamente previsti e ubicati da piani di assestamento forestale o da strumenti di pianificazione o gestione delle aree protette statali o regionali (comprese le aree con particolare tutela prevista dalla normativa dell'Unione

Europea), o dai piani paesistici di cui all'art. 143 del d.lgs. 42/2004, o dal "Piano di miglioramento ambientale" previsto dall'art. 15 della LR 26/1993 (legge regionale sulla caccia), in tutti i casi purché approvati definitivamente (anche prima dell'entrata in vigore della LR 27/2004) e vigenti:

- conservazione o miglioramento degli habitat della fauna selvatica compreso il recupero delle aree ex pascolive e dei maggenghi "invasi" dalla vegetazione forestale;
- creazione o ripristino di specchi, corsi d'acqua o ambienti naturali umidi interrati e in fase di colonizzazione boschiva;
- conservazione o ripristino di brughiere e altri incolti erbacei, importanti per la conservazione della biodiversità;
- conservazione o ripristino di "cannocchiali" visivi e viste panoramiche colonizzate dal bosco.

Gli interventi che ricadono in tali fattispecie sono sempre esonerati dall'esecuzione di interventi compensativi.

...omissis...

Per gli interventi ricadenti in aree protette, gli interventi di trasformazione del bosco devono essere individuati in accordo con gli enti gestori delle aree protette."

In tal senso, alcuni degli interventi di mitigazione/compensazione proposti (es. controllo dell'invasione di alberi e arbusti in prati secchi e brughiere) possono rientrare nella suddetta casistica, ovvero possono configurarsi come interventi che favoriscono la diversità ambientale anche a detrimento della componente forestale. Questa apparente contraddizione può essere infatti interpretata sulla base di una più generale difesa della biodiversità che, in taluni casi, non coincide sempre e necessariamente con la tutela del bosco.

Ripristini e/o Riqualificazioni di Habitat Naturali e Seminaturali

In questa categoria rientrano opere di ripristino e di riqualificazione di habitat naturali e seminaturali a fisionomia erbacea o cespugliosa di tipo non igrofilo. Tali interventi hanno una prevalente finalità di tipo compensativo.

Sono stati considerati i seguenti due tipi di habitat:

- brughiera;
- prato secco.

Brughiera

L'habitat di brughiera, a cui si connette tutta la serie dinamica progressiva/regressiva di vegetazioni erbacee e cespugliose (comunità effimere e pioniere dei suoli nudi, brughiera in senso stretto, molinieto, cespuglieto a *Cytisus scoparius*, ecc.), costituisce di fatto l'habitat più importante che andrebbe perso con l'opera in oggetto (v. *Tabella 5.4.1.2b*, in relazione agli habitat "brughiere" e "vegetazioni effimere delle piste"). La brughiera ha inoltre un ruolo centrale nel qualificare il paesaggio dell'Alta Pianura lombarda occidentale.

Il ripristino di questo habitat diviene quindi una degli interventi prioritari delle misure di compensazione. Data l'importanza conservazionistica dell'habitat, si desume che non solo è necessaria una meticolosa progettazione naturalisticamente orientata del ripristino, ma dato anche il carattere antropogeno di questa vegetazione, è necessario prevedere un'attività di ricorrente manutenzione negli anni successivi all'impianto. In relazione a quest'ultima caratteristica, misure di compensazione potrebbero essere rivolte anche al recupero di piccoli lembi di brughiera sparsi nelle Aree Protette presenti nell'ambito territoriale in oggetto. Tali recuperi si configurerebbero sul piano tecnico soprattutto come operazioni di manutenzione e soltanto in parte di ripristino.

L'ambito preferenziale di ripristino delle brughiera sarebbe costituito dai boschi e dalle boscaglie acidofile, in quanto le brughiere possono essere considerate una vegetazione di "degrado" di queste formazioni. Un ambito territoriale che si presta ad un recupero della brughiera (tanto che oggi ospita ancora lembi di questa vegetazione) è l'area militare nel comune di Lonate Pozzolo al confine con la Provincia di Milano (la zona è stata in parte oggetto di un recente intervento di realizzazione di vasche di decantazione legate al depuratore di Sant'Antonino).

Ai fini della conservazione di questo habitat, si possono quindi individuare due tipi di interventi:

- A. riqualificazione in aree residuali di brughiera;
- B. ripristino di aree di brughiera.

Per quanto concerne il primo tipo di intervento, le principali azioni dovrebbero consistere in:

- A1. individuazione delle aree residuali di brughiera;
- A2. contenimento della rinnovazione di alberi e arbusti;
- A3. promozione nella rinnovazione del brugo e di altre specie tipiche dell'habitat;
- A4. eventuale sfalcio di molinia.

Per quanto concerne il secondo tipo di intervento, le principali azioni dovrebbero consistere in:

- B1. individuazione delle aree potenzialmente ospitanti le brughiere;
- B2. esecuzione di interventi preparatori (taglio di alberi e arbusti, dissodamento, ecc.);
- B3. piantumazione e semina di piante erbacee e cespugli tipici della brughiera;
- B4. manutenzione degli impianti (rimozione infestanti, sostituzione piante morte, ecc.).

Azione comune, ancorché fondamentale ad entrambi i tipi di intervento, è la riproduzione ex-situ di piante appartenenti a specie tipiche della brughiera.

In particolare nel secondo tipo di intervento, essendo previsti interventi di denudamento del suolo, si dovrebbe prevedere anche la semina di piante annuali, appartenenti a quella flora caratteristica che colonizza le piste che percorrono la brughiera dell'Area di Sito.

Un elenco di specie per questa particolare azione viene riportato in *Tabella 5.4.3.1a*.

Tabella 5.4.3.1a *Principali Specie di Brughiera per cui si Renderebbero Necessarie la Riproduzione e/o la Raccolta di Semi*

Specie di brughiera	Ciclo di vita*	Specie di brughiera	Ciclo di vita*
<i>Aira elegans</i>	a	<i>Luzula multiflora</i>	p
<i>Aphanes microcarpa</i>	a	<i>Oglifa arvensis</i>	a
<i>Calluna vulgaris</i>	p	<i>Oglifa minima</i>	a
<i>Carex pilulifera</i>	p	<i>Ornithopus perpusillus</i>	a
<i>Centaurea deusta</i> subsp. <i>splendens</i>	p	<i>Potentilla erecta</i>	p
<i>Filago germanica</i>	a	<i>Psilurus incurvus</i>	a
<i>Galium parisiense</i>	a	<i>Scabiosa columbaria</i>	a
<i>Genista germanica</i>	p	<i>Scleranthus polycarpus</i>	a
<i>Genista tinctoria</i>	p	<i>Succisa pratensis</i>	p
<i>Illecebrum verticillatum</i>	a	<i>Teesdalia nudicaulis</i>	a
<i>Lenbotropis nigricans</i>	p	<i>Trifolium nigrescens</i>	a
<i>Linaria angustissima</i>	p		

* Ciclo di vita della specie (a: annuale; p: perenne), in relazione alla messa a dimora di piante (solo per le perenni) o la semina (per entrambi i tipi di piante)

Si precisa che il brugo (*Calluna vulgaris*) rappresenta la specie che caratterizza fisionomicamente la vegetazione della brughiera, nonché le dà il nome.

Prato Secco

Il prato secco (o prato magro), rientrante nella definizione dell'habitat 6210 "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*)" e considerato come habitat prioritario ai sensi della dir. 43/92/CEE, costituisce uno degli ambienti naturalisticamente più importanti presenti nel SIC IT2010014 "Turbigaccio, Boschi di Castelletto e Lanca di Bernate" e nel SIC IT2010013 "Ansa di Castelnovate". Residui di prati magri sono inoltre presenti al di fuori di questi due SIC, ma sempre nell'ambito della ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino". Analogamente l'habitat è indicato per il sito piemontese della rete Natura 2000 (IT1150001 "Valle del Ticino").

Attualmente la minaccia principale alla conservazione di questi prati magri è l'inarbustamento, con conseguente riduzione della superficie a prato magro e quindi perdita complessiva di biodiversità (incluse le numerose specie di animali invertebrati tipiche di questi ambienti). Ai fini della conservazione di questo habitat, spesso individuabili come radure nel bosco, sono necessari interventi di riqualificazione che possono figurarsi come misure di compensazione.

Tali interventi possono essere così riassunti:

- contenimento della rinnovazione di alberi e arbusti nel prato magro;
- sfalcio della componente erbacea (nel rispetto generale delle popolazioni di specie vegetali di maggior interesse naturalistico-conservazionistico);
- allargamento della fascia ecotonale con le formazioni boschive limitrofe;
- azioni di conservazione (riproduzione ex-situ e ripopolamento) di specie floristiche tipiche dell'habitat nonché di specie di interesse naturalistico-conservazionistico.

Tabella 5.4.3.1b *Elenco delle Specie da Considerarsi Prioritarie nella Riqualificazione dei Prati Secchi (o Prati Magri)*

Specie dei prati secchi	Specie dei prati secchi
<i>Achillea tomentosa</i>	<i>Orchis morio</i>
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	<i>Orchis ustulata</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Potentilla rupestris</i>
<i>Armeria plantaginea</i>	<i>Prunella laciniata</i>
<i>Artemisia campestris</i>	<i>Pulsatilla montana</i>
<i>Colchicum alpinum</i>	<i>Rosa gallica</i>
<i>Corynephorus canescens</i>	<i>Saxifraga bulbifera</i>
<i>Dianthus carthusianorum</i>	

Specie Target

Ai fini di una riqualificazione dei suddetti habitat, è già stato in parte accennato all'importanza di riprodurre ex-situ alcune specie vegetali di particolare interesse naturalistico-conservazionistico, ai fini di interventi di ripopolamento.

Si ritiene che queste opere di compensazione siano particolarmente necessarie per un gruppo peculiare di specie, riportate nella successiva *Tabella*.

La tutela di queste specie è però necessariamente legata ad un alleggerimento dei fattori di pressione che incidono negativamente sulla sopravvivenza delle popolazioni residue. Si rendono per questo necessari studi sulla biologia e sull'ecologia delle singole specie, ai fini di individuare linee guida (*action plans*) di supporto a interventi gestionali *ad hoc* (non generici come quelli proposti nella successiva *Tabella*) e quindi porre le basi per una loro concreta salvaguardia.

Per tali specie non si renderebbero quindi unicamente necessari interventi di ripopolamento, ma anche interventi sugli habitat che le ospitano, ai fini di predisporre condizioni ambientali che consentirebbero loro la conservazione almeno nel medio periodo.

Tabella 5.4.3.1c *Elenco delle Specie Vegetali Target, Oggetto di Specifiche Operazioni di Conservazione delle Popolazioni e degli Habitat che le Ospitano*

Specie target	Motivazione	Habitat	Interventi nell'habitat
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	popolazioni in drastico calo	prati secchi	contenimento specie legnose
<i>Corynephorus canescens</i>	specie al limite dell'areale	prati secchi	contenimento specie legnose
<i>Euphrasia cisalpina</i>	specie endemica	brughiere (moliniati)	sfalcio dei moliniati
<i>Illecebrum verticillatum</i>	specie al limite dell'areale	brughiere (suolo nudo)	denudamento suolo
<i>Myricaria germanica</i>	specie al limite altitudinale	saliceti ripariali	contenimento di altre spp. legnose
<i>Pulsatilla montana</i>	specie al limite altitudinale e dell'areale	prati secchi	contenimento specie legnose

Interventi Forestali

Nel presente studio gli interventi forestali, quali l'impianto di nuove aree boscate e la riqualificazione di formazioni boschive degradate, rivestono un ruolo importante come interventi di compensazione dell'opera in esame.

Interventi di Riforestazione

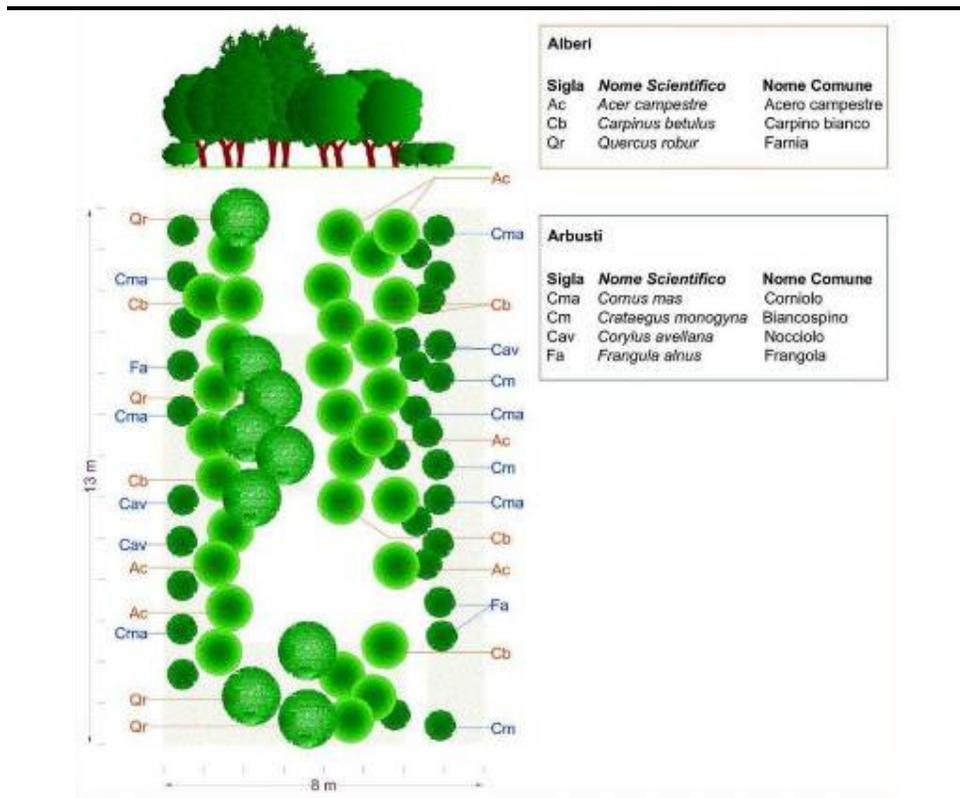
Le superfici boscate che dovranno essere necessariamente eliminate, comportano il reperimento di altre aree che dovranno essere riforestate secondo le modalità espone dalla DGR n. 8/3002 del 27/07/2006.

Gli interventi di riforestazione consentiranno di migliorare complessivamente la qualità ambientale, in particolare per quanto concerne:

- l'aumento del livello di biodiversità vegetale;
- la realizzazione di nuove aree di rifugio per la micro- e meso-fauna;
- l'ampliamento della rete ecologica;
- la costituzione di fasce tampone alle attività connesse direttamente e indirettamente all'aeroporto;
- la mitigazione del clima su piccola scala;
- l'aspetto paesaggistico naturale;
- la protezione dei suoli;
- la costituzione di serbatoi di CO₂ (gas implicato nell'effetto serra).
-

Il sesto di impianto dell'area boscata dovrebbe prevedere, almeno per talune zone, una messa a dimora degli alberi in modo tale da costituire, tra essi, degli spazi a prato incolto, come riportato in *Figura 5.4.3.1a*. Un impianto così realizzato può garantire una composizione ecologica e paesistica diversificata, tale da creare habitat per la fauna, ed in particolar modo per la fauna invertebrata (ortotteri, lepidotteri, coleotteri, ecc.).

Figura 5.4.3.1a Esemplio di Sesto d'Impianto in un'Area Forestale, in cui si Evidenzia la Distribuzione Marginale degli Arbusti e la Presenza di una Radura



I gruppi di alberi nelle aree boscate saranno costituiti da un numero variabile di individui, da scegliere tra specie ad elevato valore ecologico-paesaggistico (ad esempio, *Quercus robur* e *Pinus sylvestris*).

La tipologia di sesto d'impianto proposta offre una percezione di artificialità molto contenuta, garantendo, nel contempo, sia le operazioni di impianto che quelle di manutenzione, indispensabili queste ultime almeno nei primi anni, per assicurare una buona riuscita dell'intervento di ripristino. Sarà possibile in tal modo l'impiego di mezzi meccanici per eseguire con tempestività e razionalità tutte le operazioni. Per ovviare alla percezione di artificialità del sesto d'impianto, si dovranno eseguire successivamente all'attecchimento delle piante, anche dei tagli di sfoltimento.

Sulla base di quanto riportato nella Tabella 5.4.3.1c e in considerazione delle modalità esposte dalla DGR n. 8/3002 del 27/07/2006 (v. Tabella 5.4.3.1d), si ritiene che il rapporto di compensazione varia tra 1:2 e 1:3 per ciascuna formazione forestale dell'Area di Sito (Tabella 5.4.3.1e). Complessivamente la superficie da riforestare dovrebbe essere di circa 593,2 ha.

Tabella 5.4.3.1d *Elementi di Valutazione per Ciascuna Formazione Forestale Oggetto di Compensazione (ex DGR n. 8/3002 del 27/07/2006)*

Formaz. forest.	Sup. (ha)	Governio	Tipi forestali	Elementi di valutazione					
				Posizione	Vincoli ex rdl. 3267/1923	P.A.F.	Vincolo paesist.	Aree protette	
Boschi di robinia e ciliegio tardivo									
var. acidofila	81,1	Ceduo misto a fustaia	Robinieto misto, Formaz. ciliegio tardivo	Bosco di pianura in compl. forest. accorpato vasto almeno 10 ha	Assente	Assente	Assente	Parco Naz. o Reg.	
var. mesofila	76,9	Ceduo misto a fustaia	Robinieto misto, Robinieto puro, Formaz. ciliegio tardivo	Bosco di pianura in compl. forest. accorpato vasto almeno 10 ha	Assente	Assente	Assente	Parco Naz. o Reg.	
Querceti farnia									
var. acidofila	32,8	Fustaia	Querceto di rovere e/o farnia del pianalto	Bosco di pianura in compl. forest. accorpato vasto almeno 10 ha	Assente	Assente	Assente	Parco Naz. o Reg.	
var. mesofila	50,2	Ceduo misto a fustaia	Querceto di rovere e/o farnia del pianalto, Quercocarpineto dell'alta pianura	Bosco di pianura in compl. forest. accorpato vasto almeno 10 ha	Assente	Assente	Assente	Parco Naz. o Reg.	
Boschi di quercia rossa	6,9	Fustaia	Formaz. antropog.	Bosco di pianura in compl. forest. accorpato vasto almeno 10 ha	Assente	Assente	Assente	Parco Naz. o Reg.	
Pinete di pino silvestre	2,5	Fustaia	Pineta di pino silvestre planiziale	Bosco di pianura in compl. forest. accorpato vasto almeno 10 ha	Assente	Assente	Assente	Parco Naz. o Reg.	
Totale	250,4								

Gli interventi di riforestazione devono essere effettuati su terreni agricoli oggetto di coltivazioni annuali o di arboricoltura da legno. Negli habitat naturali a prevalenza di piante erbacee e cespugli seminaturali (es. prati), in relazione alla loro importanza per la conservazione della biodiversità sia vegetale che animale, gli interventi di riforestazione non devono essere effettuati; non sono ovviamente inclusi tra i suddetti habitat quelli in cui prevalgono specie esotiche.

Un elemento essenziale nella riuscita degli interventi di riforestazione sarà la manutenzione. Le operazioni connesse a questa fase particolare non dovranno unicamente essere rivolte all'affermazione delle piantine forestali, ma anche al contenimento delle specie esotiche e più in generale a ridurre la possibilità di inquinamento floristico, considerato un impatto rilevante indiretto (v.

Paragrafo 5.4.1.2). Si dovrà quindi prestare una particolare attenzione a questa problematica, sia in fase di progettazione degli impianti di riforestazione (ad esempio, individuando tecniche e tempi di intervento idonei al contenimento delle specie esotiche) sia nelle fasi di monitoraggio.

Tabella 5.4.3.1e *Calcolo della Superficie da Riforestare (ex DGR n. 8/3002 del 27/07/2006)*

Formaz. forest.	Sup. (ha)	Gov.	Elementi di valutazione						Punt.	Rapp.	Sup. da riforest. (ha)
			Tipi forest.	Posiz.	Vinc. ex r.d.l.	P.A.F.	Vinc. paes.	Aree prot.			
Boschi di robinia e ciliegio tardivo											
var. acidofila	81,1	5	1	10	0	0	0	3	19	1 : 2	162,2
var. mesofila	76,9	5	1	10	0	0	0	3	19	1 : 2	153,8
Querceti di farnia											
var. acidofila	32,8	10	10	10	0	0	0	3	33	1 : 3	98,4
var. mesofila	50,2	5	10	10	0	0	0	3	28	1 : 3	150,6
Boschi di quercia rossa	6,9	10	1	10	0	0	0	3	24	1 : 3	20,7
Pinete di pino silvestre	2,5	10	8	10	0	0	0	3	31	1 : 3	7,5
Totale	250,4										593,2

Ai fini della compensazione, si porta un elenco di specie di interesse forestale autoctone o comunque ritenute idonee (es. *Pinus sylvestris*) nelle opere di riforestazione (Tabella 5.4.3.1f). L'utilizzo di altre specie è altamente sconsigliato, nonché vietato dalla legislazione in materia per quanto riguarda le esotiche (LR 31/2008 e LR 10/2008).

L'impiego delle specie nella successiva Tabella è ovviamente subordinato alle caratteristiche ecologiche del sito in cui verranno messe a dimora o a peculiari caratteristiche genetiche, come nel caso di alcune specie del genere *Quercus*, specificatamente *Q. pubescens*, la cui presenza nell'Area Vasta è di fatto legata soprattutto a forme ibride con *Q. robur*.

Tabella 5.4.3.1f *Elenco delle Specie da Impiegarsi negli Interventi di Riforestazione*

Specie di interesse forestale	Specie di interesse forestale
<i>Acer campestre</i>	<i>Populus nigra</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Populus tremula</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Prunus avium</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Prunus padus</i>
<i>Cornus mas</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Quercus cerris</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Rosa canina</i>
<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Salix alba</i>
<i>Frangula alnus</i>	<i>Salix caprea</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Salix cinerea</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Salix eleagnos</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Sambucus nigra</i>
<i>Malus sylvestris</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Viburnum opulus</i>

Interventi di Riqualificazione

Secondo i valori riportati dalla DGR n. 8/2024 del 8 marzo 2006, la fascia di pianura della provincia di Varese presenta un elevato coefficiente di boscosità (la provincia di Milano, pur essendo marginalmente interessata dagli impatti previsti dell'opere in esame, presenta invece un basso coefficiente di boscosità). Ai sensi dell'articolo 43, comma 3, lettera a) della LR 31/2008, le trasformazioni del bosco nelle aree con elevato coefficiente di boscosità prevedono interventi compensativi finalizzati a realizzare specifiche attività selvicolturali ai sensi dell'art. 50 della suddetta LR; in generale, tali interventi sono rivolti al miglioramento e alla riqualificazione dei boschi esistenti.

Occorre quindi sottolineare come una larga parte dei boschi dell'Area Vasta sia attualmente oggetto di un forte inquinamento floristico, soprattutto da parte di specie forestali invasive e in particolare di *Prunus serotina* e recentemente di *Robinia viscosa*.

Interventi di compensazione rivolti a riqualificare i boschi degradati in oggetto, anche mediante l'impostazione di programmi di sperimentazione di modalità e tecniche selvicolturali ai fini di individuare quelle più idonee, si configura come un valido intervento parallelo a quello della riforestazione. Inoltre, si dovrebbe valutare la possibilità di riqualificare anche i numerosi boschi di impianto di conifere esotiche, di quercia rossa, ecc., accomunati da uno scarso valore ecologico e paesaggistico, presenti in modo diffuso in tutta l'Area Vasta e nei siti della rete Natura 2000.

Interventi a Favore della Fauna

Gli interventi a favore della fauna sono finalizzati ad incrementare la disponibilità di risorse (rifugi, fonti trofiche, ecc.) a favore di questa componente. Tali interventi includono ovviamente una riqualificazione ambientale in cui la vegetazione riveste un ruolo prevalente nel caratterizzare l'habitat e quindi favorire la fauna. Occorre comunque notare come altri interventi proposti (ripristino delle brughiere, riforestazioni, ecc.) si possono già considerare come elementi che implicitamente favoriscono la fauna. Tra gli interventi proposti in questa sezione e ritenuti più consoni al contesto ambientale, si possono annoverare interventi compensativi riguardanti:

- le aree umide;
- la rete ecologica.

Aree Umide

Considerata la sporadicità delle aree umide nell'area di studio, si ritiene utile ricreare tali ambienti ad elevato valore faunistico-vegetazionale.

Occorre però precisare che questa mancanza non è tanto dovuta a fattori di tipo antropico (come succede in altri contesti della Pianura Padana), ma è più da ricercarsi nelle caratteristiche idrogeologiche ed edafiche dell'area in cui è

ubicata l'opera (Alta Pianura lombarda occidentale); paradossalmente la maggior parte delle aree umide nell'Area Vasta hanno infatti una origine artificiale. Di conseguenza occorre individuare con particolare attenzione le aree idonee ad ospitare questo habitat, soprattutto per quanto concerne l'approvvigionamento dell'acqua e la relazione con altre aree umide.

La realizzazione di biotopi umidi deve prevedere specificatamente i seguenti interventi, oltre quelli necessari alla ricreazione delle idonee condizioni fisiche tipiche dell'habitat:

- sagomatura morfologica;
- messa a dimora di piante elofite ed idrofite;
- realizzazione di un collegamento con gli ambiti naturali circostanti, mediante la piantumazione di formazioni boscate ed arbustive riconducibili a consociazioni per lo più igrofile.

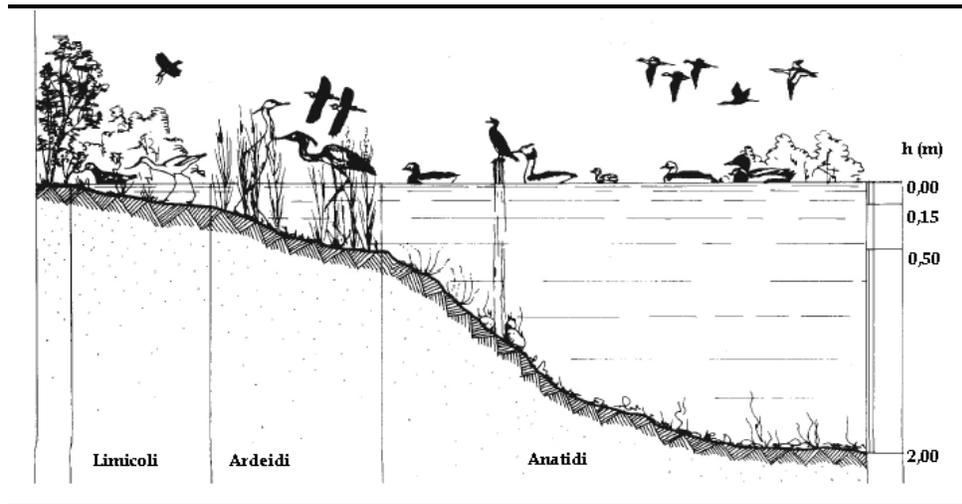
Tabella 5.4.3.1g *Condizioni per la Presenza di Alcuni Gruppi di Vertebrati*

Gruppo di vertebrati	Zone umide con suolo saturo		
	Alimentazione	Profondità dell'acqua (cm)	Copertura Vegetativa
Anfibi	Invertebrati	0-20	Piana di fango, Scarsa, Rada
Rettili	Vertebrati ed Invertebrati	0-50	Rigogliosa, Scarsa, Densa, Rada
Svassi	Vertebrati	>25	Scarsa, Rada
Oche	Semi e Germogli	0-10	Piana di fango, Scarsa, Densa, Rada
Anatre	Invertebrati e Semi	5-25	Piana di fango, Rigogliosa
Anatre tuffatrici	Invertebrati e Semi	>25	
Falchi	Vertebrati	-	Scarsa, Densa, Rada
Galliformi	Invertebrati e Semi	da suolo asciutto a saturo	Rigogliosa, Scarsa, Densa, Rada
Aironi	Vertebrati e Invertebrati	5-15	Scarsa, Rada
Folaghe	Semi e Germogli	30-35	Scarsa, Rada
Uccelli di riva	Invertebrati	0-10	Piana di fango, Scarsa, Rada

La sagomatura morfologica si propone la creazione di biotopi umidi con un perimetro irregolare, in modo da conferire all'intervento un aspetto più naturale, rispetto ad una rigida forma geometrica. Tale intervento, associato ad un profilo verticale degradante, permette di creare habitat differenti per la vegetazione e la fauna. Si deve infatti evidenziare la valenza faunistica dei bacini che potrebbero risultare aree di rifugio per la meso- e micro-fauna locale. L'abbondanza delle specie o la loro assenza è legata alle caratteristiche delle "vasche" di raccolta delle acque.

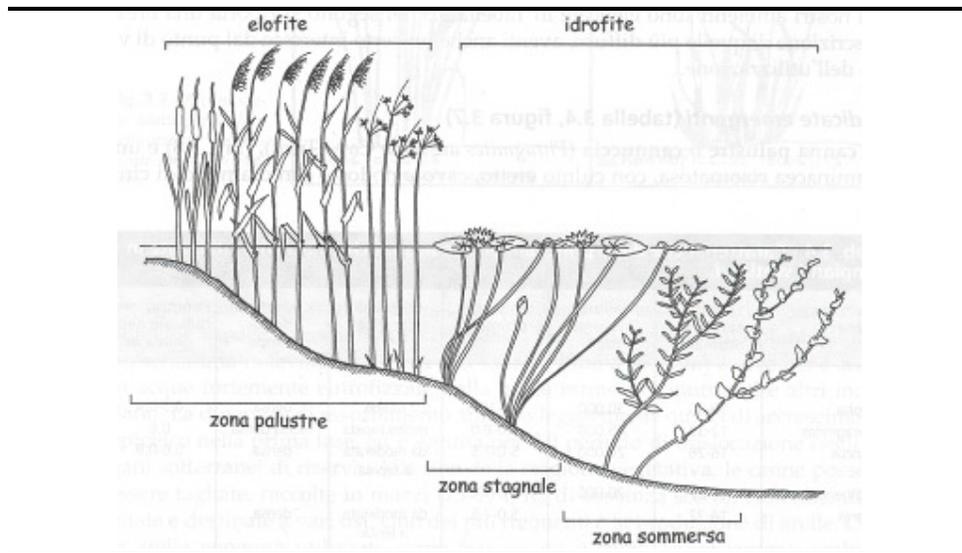
Nella precedente *Tabella* è stato riportato un esempio di alcune condizioni di habitat che attraggono i vertebrati in zone umide con suolo saturo e la *Figura 5.4.3.1b* mostra la correlazione tra il livello dell'acqua e la presenza dell'avifauna.

Figura 5.4.3.1b *Relazione tra Tipo di Avifauna e Profondità dell'Acqua*



Nelle opere in oggetto la presenza di elofite ed idrofite serve a creare un ambiente acquatico naturale, il più vicino alle dinamiche ecologiche tipiche di questi ambienti umidi. La scelta delle specie da impiegare deve tener conto innanzitutto dell'altezza e della qualità dell'acqua, e quindi delle necessità di manutenzione e delle finalità dell'area umida (vedi *Figura 5.4.3.1c*).

Figura 5.4.3.1c *Fasce di Vegetazione Spontanea in Relazione alla Profondità dell'Acqua*



Nella precedente *Figura* viene mostrata la successione vegetazionale tipica delle aree umide e nella seguente *Tabella* vengono elencate le specie e le profondità più idonee per la crescita di ciascuna specie. Per evitare fenomeni di prosciugamento e di eutrofizzazione sarà necessario ogni due/tre anni falciare il canneto.

Tabella 5.4.3.1g Specie Vegetali Proposte per le Aree Umide

Tipologia Vegetale	Nome della Specie	Profondità tipiche (m)
Emergenti (elofite)	<i>Typha latifolia</i>	da 0.1 a 1
	<i>Phragmites australis</i>	da 0.1 a 1
	<i>Scirpus sylvaticus</i>	da 0.1 a 1
	<i>Juncus effusus</i>	da 0.1 a 0.3
	<i>Carex acutiformis, C. elata</i>	da 0.1 a 0.3
Sommerse (ancorate al fondo)	<i>Callitriche sp.pl.</i>	>0.2
	<i>Nymphoides peltata</i>	>0.3
	<i>Potamogeton sp.pl.</i>	>0.5
	<i>Nuphar luteum</i>	>0.5
	<i>Nymphaea alba</i>	>0.5
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	>0.5
Flottanti (liberamente natanti)	<i>Lemna minor</i>	Suolo inondato
	<i>Lemna trisulca</i>	Suolo inondato
	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	Suolo inondato
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Suolo inondato

Per integrare al meglio i biotopi umidi nell'ambiente in cui sono stati inseriti, si ritiene utile completare la successione ripariale, facendo seguire alla fascia a piante erbacee una a bosco igrofilo con salici arbustivi, ontani e pioppi. In relazione al contesto ambientale, le specie ritenute più idonee appaiono essere quelle riportate nella seguente *Tabella*.

Tabella 5.4.3.1h Specie di Alberi e Arbusti per la Successione Ripariale

Specie igrofile di alberi e arbusti	Specie igrofile di alberi e arbusti
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Salix alba</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Salix cinerea</i>
<i>Frangula alnus</i>	<i>Salix eleagnos</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Salix purpurea</i>
<i>Populus nigra</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Prunus padus</i>	

Rete Ecologica

La realizzazione di opere inerenti la rete ecologica dovrà avvenire nel rispetto dei principi e delle modalità riportate dalla normativa inerente la Rete Ecologica Regionale (*DGR n.8/8515 del 26 novembre 2008*), nonché in accordo con le reti ecologiche locali, quali le Reti Ecologiche Provinciali e le Reti Ecologiche Comunali, oltre ovviamente a quella del Parco del Ticino.

Ai fini della realizzazione degli interventi, si raccomanda l'utilizzo esclusivo di specie autoctone, come ad esempio di quelle di alberi e arbusti riportati nelle diverse tabelle dei *Paragrafi "Interventi forestali"* ed *"Opere a verde"* del *Paragrafo 5.4.3.1*.

La maggior parte delle opere a verde, se realizzate dal punto di vista tecnico in modo idoneo ancorché localizzate in ambiti territoriali opportuni, possono costituire fondamentali elementi di connessione della rete ecologica.

Opere a Verde

Le opere a verde comprendono elementi accessori come:

- filari;
- siepi;
- prati;
- reliquati;
- tetti verdi (“green roof”).
-

La maggior parte delle opere a verde si configurano tra gli interventi a carattere paesaggistico, in considerazione del prevalente carattere estetico percettivo, e subordinatamente funzionale, in relazione alla valore più strettamente collegato alla mitigazione degli impatti. Infatti, nella scelta delle specie, si è data importanza anche alle singolari caratteristiche ornamentali delle piante in virtù del portamento e degli effetti cromatici stagionali di foglie, fioriture e fruttificazioni.

Tuttavia alcuni di queste opere a verde, se opportunamente localizzate e realizzate con specie autoctone, nonché idonee ad ospitare la fauna, e con modalità appropriate, possono divenire elementi importanti della rete ecologica.

Filari

I filari sono elementi vegetali a sviluppo lineare capaci di strutturare e caratterizzare il paesaggio. I filari sono costituiti in genere da una serie di esemplari arborei equidistanti di una o più specie, allineati per lo più ai tracciati delle strade, dei corsi d’acqua o dei confini di proprietà. I filari alberati risultano particolarmente importanti nelle dinamiche di connessione fra i differenti elementi di paesaggio vegetale. Tra le funzioni primarie dei filari troviamo quella di mascheramento e di modificazione microclimatica dell’area.

I filari proposti si suddividono in tre tipologie di sesto di impianto, la cui funzione primaria è quella di barriera verde per mitigare l’impatto visivo dell’opera, agevolandone l’inserimento nell’ambiente circostante:

- Filari alberati monospecifici: la funzione primaria dei filari composti da un’unica specie è quella di mascherare l’opera; la loro valenza ecologica è pertanto secondaria. Nella fattispecie i filari dovrebbero essere costituiti ad esempio da alberi come il pioppo cipressino (*Populus nigra* cv. *Italica*) o comunque da forme fastigate di betulla (*Betula pendula* cv. *fastigiata*), carpino bianco (*Carpinus betulus* cv. *fastigiata*) e farnia (*Quercus robur* cv. *fastigiata*), oppure da altre specie come il bagolaro (*Celtis australis*) e i tigli (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos* e *T. x europaea*). Questo tipo di filare si propone di collocarlo in prossimità delle aree edificate e produttive oppure ai lati

degli svincoli, delle interconnessioni e delle rampe, così da mascherare completamente anche le opere a maggiore altezza.

- Filari alberati misti: si tratta di filari composti da due o più tipi delle suddette specie. Pur conservando come funzione primaria quella schermante, presentano tuttavia un aspetto più vario e quindi naturaliforme. I filari alberati misti sono soprattutto proponibili in corrispondenza di ambiti agricoli; in questo particolare contesto si possono aggiungere anche specie di alberi più strettamente corrispondenti ad un contesto naturale, come quelle riportate nella *Tabella 5.4.3.1f*.
- Filari arboreo-arbustivi: questa tipologia di filare manifesta un relativo maggiore valore ecologico. Per quanto riguarda le specie da utilizzare, oltre all'utilizzo di quelle riportate per i filari monospecifici, un peso prevalente dovrebbe essere dato alle specie riportate nella *Tabella 5.4.3.1f*. Questo tipo di filare è prevalentemente proponibile in due situazioni:
 - in corrispondenza dei nuclei abitati e delle case sparse, in modo da creare un filtro rispetto alle infrastrutture previste dall'opera;
 - a margine delle aree boscate, con gli arbusti che degradano in numero e complessità verso le aree antropizzate, al di fine di comporre una successione scalare degradante tra le infrastrutture previste dall'opera e il bosco.

La valenza ecologica dei filari proposti aumenta all'aumentare della strutturazione degli stessi, intesa come composizione specifica e profondità della fascia occupata.

Nelle *Figure 5.4.3.1d, 5.4.3.1e e 5.4.3.1f* per ogni tipologia di filare presentata, si riporta uno schema che illustra una sezione longitudinale e una visione in pianta. Si precisa che la distanza tra gli esemplari arborei, indicata negli schemi seguenti, è un valore medio, a scopo puramente indicativo. Infatti, i fattori che devono essere considerati per la determinazione della distanza nella piantumazione fra un esemplare e un altro, sono legati sia al portamento della specie, sia alle dimensioni raggiunte dall'esemplare adulto.

Figura 5.4.3.1d Tipologico di Sesto di Impianto per Filari Alberati Monospecifici

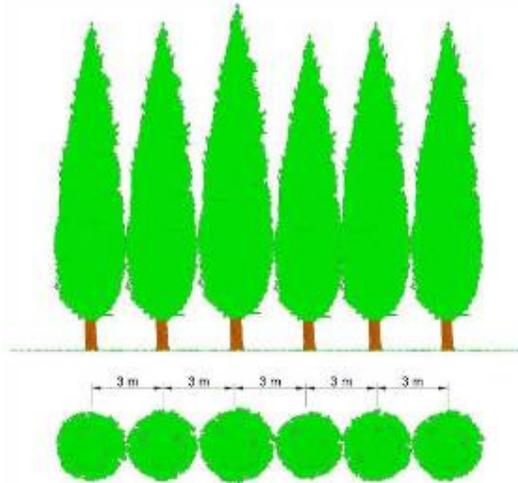


Figura 5.4.3.1e Tipologico di Sesto di Impianto per Filari Alberati Misti

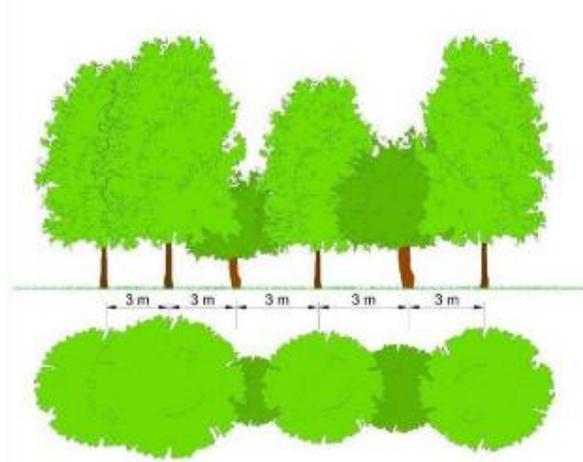
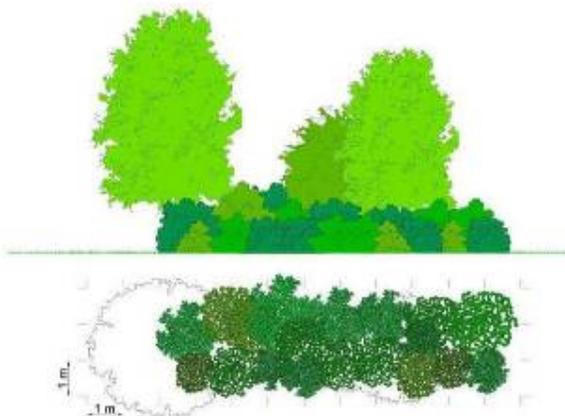


Figura 5.4.3.1f Tipologico di Sesto di Impianto per Filari Arboreo - Arbustivoi



Siepi

Le siepi sono elementi tipici del paesaggio agrario della Pianura Padana, il cui segno era riconoscibile lungo i confini tra i campi e le proprietà, i tracciati delle strade e i corsi di fossi e canali. Le siepi sono elementi fondamentali di valorizzazione ecologica del paesaggio (corridoi ecologici), quali ambienti unici per la vita animale e vegetale, nonché preziosi elementi di presidio idrogeologico e di protezione dal vento.

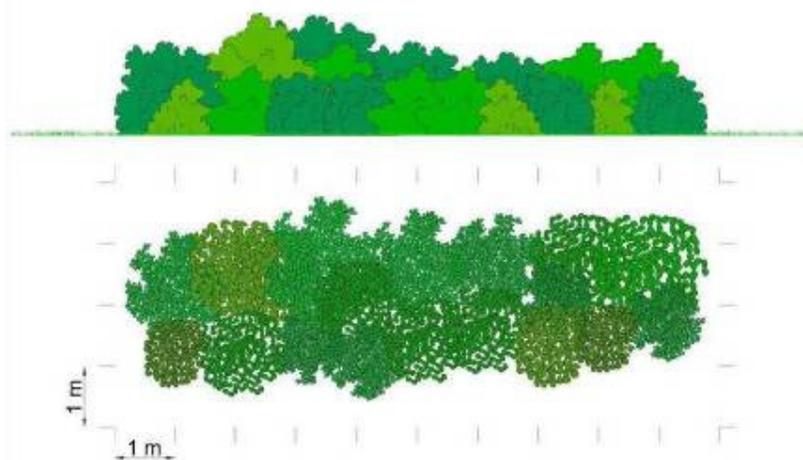
Nel contesto ambientale in oggetto, le siepi arbustive vengono proposte in associazione con un filare alberato, in presenza di aree sensibili o da sole. Le siepi saranno costituite prevalentemente da *Berberis vulgaris*, *Cornus mas* e *C. sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cytisus scoparius*, *Euonymus europaeus*, *Frangula alnus*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa canina*, *Salix caprea* e *Sambucus nigra*; anche la presenza di cespugli di brugo (*Calluna vulgaris*) si adatta a situazioni particolari, in cui ad esempio viene richiesta una funzione di copertura del suolo.

Per quegli impianti previsti in luoghi dove le condizioni microambientali si presentano fortemente artificiali e limitanti, le siepi potranno essere composte anche da specie esotiche a funzione prevalente di tipo ornamentale e/o sempreverde, come ad esempio *Buxus sempervirens*, *Chaenomeles japonica*, *Forsythia* sp.pl., *Hibiscus syriacus*, *Jasminum* sp.pl., *Juniperus* sp.pl., *Lagerstroemia indica*, *Nerium oleander*, *Philadelphus coronarius*, *Spartium junceum*, *Trachelospermum jasminoides* e *Viburnum opulus*.

Come accennato in precedenza per i filari arboreo-arbustivi, anche le siepi possono svolgere una funzione per l'abbattimento di sostanze inquinanti e come fasce fonoassorbenti, ad esempio con sestii di impianto in file longitudinali e piante disposte fittamente, nonché con la scelta di specie ad elevata densità e persistenza fogliare e ramificazione fitta sin dal basso.

Nella *Figura 5.4.3.1g* viene schematizzato il tipologico di sesto di impianto per le siepi.

Figura 5.4.3.1g *Tipologico per Sesto di Impianto per le Siepi*



Prati

Gli interventi standard all'interno del nuovo sedime aeroportuale, in riferimento alle aree poste ai lati del tracciato delle piste, consistono prevalentemente in una sistemazione a prato. Tale intervento risulta essere la tipologia più indicata, in quanto può presentare dimensioni e forme irregolari e inoltre consente il rispetto di disposizioni legate ad esigenze di sicurezza e di manutenzione.

Al fine di ottenere buoni risultati di copertura è necessario prevedere l'impiego di specie pioniere all'interno delle miscele. La quantità di sementi per metro quadro dipendono dalla tecnica utilizzata per il loro spargimento e in genere valgono misure da 30 a 60 g/m².

In considerazione delle caratteristiche del contesto ambientale di riferimento sono state selezionate alcune specie di graminacee, riconducibili alle tipologie di prato presenti nell'area di studio e riportate nella successiva *Tabella*.

Tabella 5.4.3.1i *Elenco delle Specie di Graminacee (Poaceae) Autoctone Impiegabili per la Realizzazione dei Prati*

Elenco delle specie da prato	Elenco delle specie da prato
<i>Agrostis tenuis</i>	<i>Festuca arundinacea</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Festuca trachyphylla</i>
<i>Brachypodium rupestre</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poa trivialis</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Festuca arundinacea</i>

La semina di prati è inoltre preventivabile in alcuni ambiti, tra cui gli interventi con funzione estetico-ornamentale. Le specie riportate nella precedente *Tabella* si adattano in generale ai tipi di suoli che sono presenti nei dintorni dell'Area di Sito; anche in queste situazioni si raccomanda l'utilizzo di miscugli di specie autoctone.

Un'interessante alternativa all'utilizzo di miscugli commerciali, la cui composizione è spesso costituita da specie esotiche o comunque non adatte alle particolari condizioni del sito in esame, è costituita dall'impiego di cotico erboso rimosso durante i lavori nell'Area di Sito, oppure di fiorume, cioè della miscela di semi conseguenti la fienagione (occorre sottolineare l'esistenza di attrezzature costruite appositamente per la raccolta del fiorume, a tal proposito attualmente già a disposizione del Centro Flora Autoctona). Occorre infine ricordare come il fiorume, raccolto dalle formazioni erbacee locali, costituisce indubbiamente la miglior scelta in termini di compatibilità genetica ed ecologica e quindi di riuscita dell'inverdimento.

Tetti Verdi ("Green Roof")

Tra gli interventi di sistemazione paesaggistica, proponibili come opere di mitigazione, si è prevista la realizzazione di coperture a verde pensile "intensivo leggero", in corrispondenza dei nuovi edifici all'interno dell'area aeroportuale (vedi *Figure 5.4.3.1h* e *5.4.3.1i*).

A titolo esemplificativo, tale "pacchetto di verde pensile" potrà essere realizzato, al di sopra di un'apposita impermeabilizzazione antiradice, secondo la seguente stratigrafia:

1. membrana antiradice;
2. pannello drenante in polietilene di 25/40 mm di spessore;
3. tessuto protettivo;
4. canaletta di scarico alla base delle coperture;
5. materiale drenante granulare in lapillo di 10/12 cm di spessore;
6. tessuto filtrante divisorio;
7. terriccio per verde pensile 15/20 cm di spessore;
8. semina e piantumazione (es. piante erbacee perenni, arbusti tappezzanti e rampicanti).

Tale tipologia di copertura a verde pensile "intensivo leggero" offre numerosi e importanti vantaggi, fra cui:

- elevata qualità paesaggistica;
- incremento della biodiversità nell'ambito dell'intervento urbanistico, garantita da una copertura totale del "suolo" da parte delle vegetazione erbaceo-arbustiva, con creazione di numerosi micro-habitat;
- inerzia termica ed isolamento elevati (assorbimento di circa il 60% dell'irraggiamento solare estivo determinato dall'evapotraspirazione);

riduzione notevole del “rapporto di ampiezza termica” (tav), con riduzione dello scarto termico fino al 94% - $tav = 0.6$);

- alta efficienza agronomica del sistema;
- buona capacità di ritenzione idrica: 40 l/mq;
- riduzione significativa del coefficiente di deflusso delle coperture: 0.3 (paragonabile a quello del prato di un campo sportivo);
- raddoppio della vita media delle impermeabilizzazioni di copertura.

Una copertura in verde pensile su una superficie importante offre vari benefici ambientali per il contesto in cui è inserita, in particolare:

- mitigazione del microclima (riduzione dei picchi termici);
- riduzione inquinamento atmosferico e dell’effetto serra (abbattimento delle polveri sospese da parte degli apparati fogliari della vegetazione; fissazione della CO₂ e riduzione di altri inquinanti quali NO₂, O₃ e SO₂);
- influenza sulla trasmissione, rifrazione e riflessione del suono;
- assorbimento delle radiazioni elettromagnetiche.

Figura 5.4.3.1h

Esempi di “Green Roof” Realizzati in Aeroporti



Schiphol International Airport (Olanda)



Frankfurt International Airport (Germania)

Figura 5.4.3.1i *Aeroporto di Malpensa – Terminal T1*



Ai fini della scelta delle specie vegetali da inserire, si deve innanzitutto considerare l'ubicazione degli edifici e quindi il loro rapporto con problemi di sicurezza. In generale non si dovrebbe prevedere la piantumazione di specie che possano raggiungere elevate altezze, in particolare di alberi, mentre per gli arbusti si dovrebbero preferire specie che non superano all'incirca 3 m di altezza.

Un largo spazio dovrebbe essere invece riservato a cespugli e ad erbacee perenni, mentre la realizzazione di tappeti erbosi di tipo non-naturale (es. prato inglese) dovrebbe essere limitata, anche in relazione all'elevata richiesta di manutenzione e irrigazione.

Per quanto riguarda la scelta delle specie, si dovrebbero comunque preferire specie autoctone, in particolare di quelle che crescono nelle brughiere dell'Area di Sito (e in vegetazioni collegate alla serie dinamica delle brughiere), in relazione alla loro capacità di vivere in piena luce e su suoli poco profondi. Queste caratteristiche ecologiche dovrebbero garantire l'attecchimento delle piante, ricreando anche su piccola scala frammenti degli ambienti dell'Area di Sito. A tale scopo si suggerisce la lista di specie riportata nella successiva *Tabella*.

Tabella 5.4.3.1j *Elenco delle Specie Autoctone Impiegabili nella Realizzazione di “Green Roof”*

Specie	Forma di crescita	Specie	Forma di crescita
<i>Achillea collina</i>	erbacea	<i>Luzula campestris</i>	erbacea
<i>Agrostis tenuis</i>	erbacea	<i>Medicago lupulina</i>	erbacea
<i>Ajuga genevensis</i>	erbacea	<i>Molinia arundinacea</i>	erbacea
<i>Ajuga reptans</i>	erbacea	<i>Potentilla argentea</i>	erbacea
<i>Anchusa officinalis</i>	erbacea	<i>Potentilla erecta</i>	erbacea
<i>Anthericum liliago</i>	erbacea	<i>Potentilla pusilla</i>	erbacea
<i>Brachypodium rupestre</i>	erbacea	<i>Potentilla recta</i>	erbacea
<i>Calamintha nepeta</i>	erbacea	<i>Potentilla rupestris</i>	erbacea
<i>Calluna vulgaris</i>	cespuglio	<i>Prunella laciniata</i>	erbacea
<i>Campanula rapunculus</i>	erbacea	<i>Prunella vulgaris</i>	erbacea
<i>Carduus nutans</i>	erbacea	<i>Ranunculus bulbosus</i>	erbacea
<i>Centaurea bracteata</i>	erbacea	<i>Rosa canina</i>	arbusto
<i>Centaurea deusta</i>	erbacea	<i>Salvia pratensis</i>	erbacea
<i>Clinopodium vulgare</i>	erbacea	<i>Saponaria officinalis</i>	erbacea
<i>Coronilla varia</i>	erbacea	<i>Sedum sexangulare</i>	erbacea
<i>Cynodon dactylon</i>	erbacea	<i>Silene nutans</i>	erbacea
<i>Cytisus scoparius</i>	arbusto	<i>Silene rupestris</i>	erbacea
<i>Dianthus seguieri</i>	erbacea	<i>Silene vulgaris</i>	erbacea
<i>Euphorbia cyparissias</i>	erbacea	<i>Stachys officinalis</i>	erbacea
<i>Festuca rubra</i>	erbacea	<i>Stachys recta</i>	erbacea
<i>Frangula alnus</i>	arbusto	<i>Succisa pratensis</i>	erbacea
<i>Genista germanica</i>	cespuglio	<i>Teucrium chamaedrys</i>	erbacea
<i>Genista tinctoria</i>	cespuglio	<i>Teucrium scorodonia</i>	erbacea
<i>Hedera helix</i>	liana	<i>Thymus oenipontanus</i>	cespuglio
<i>Hieracium pilosella</i>	erbacea	<i>Thymus pulegioides</i>	cespuglio
<i>Hippocrepis comosa</i>	erbacea	<i>Trifolium repens</i>	erbacea
<i>Hypericum perforatum</i>	erbacea	<i>Verbascum blattaria</i>	erbacea
<i>Knautia arvensis</i>	erbacea	<i>Verbascum chaixii</i>	erbacea
<i>Lembotropis nigricans</i>	cespuglio	<i>Verbascum phlomoides</i>	erbacea
<i>Ligustrum vulgare</i>	arbusto	<i>Veronica officinalis</i>	erbacea
<i>Linaria angustissima</i>	erbacea	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	erbacea
<i>Lotus corniculatus</i>	erbacea	<i>Viola canina</i>	erbacea

Dovrebbe essere dato spazio alla presenza di specie ornamentali, anche di origine esotica, quantunque non considerate invasive (per evitare fenomeni che possano potenzialmente aggravare il previsto impatto di inquinamento floristico). A scopo indicativo, la successiva *Tabella* riporta alcune di queste specie.

Tabella 5.4.3.1k Elenco delle Specie Esotiche Impiegabili nella Realizzazione di “Green Roof”

Specie	Forma di crescita	Specie	Forma di crescita
<i>Agapanthus sp.pl.</i>	erbacea	<i>Lagerstroemia indica</i>	arbusto
<i>Agave sp.pl.</i>	erbacea	<i>Lavandula sp.pl.</i>	cespuglio
<i>Agrostis stolonifera</i>	erbacea	<i>Lonicera caprifolium</i>	liana
<i>Alcea sp.pl.</i>	erbacea	<i>Lonicera xylosteum</i>	arbusto
<i>Allium sp.pl.</i>	erbacea	<i>Melica ciliata</i>	erbacea
<i>Anthyllis vulneraria</i>	erbacea	<i>Myrtus communis</i>	cespuglio
<i>Artemisia campestris</i>	erbacea	<i>Nerium oleander</i>	arbusto
<i>Berberis vulgaris</i>	arbusto	<i>Opuntia sp.pl.</i>	erbacea
<i>Bergenia sp.pl.</i>	cespuglio	<i>Origanum vulgare</i>	erbacea
<i>Campanula sp.pl.</i>	erbacea	<i>Philadelphus sp.pl.</i>	arbusto
<i>Centranthus ruber</i>	cespuglio	<i>Phlomis sp.pl.</i>	cespuglio
<i>Cerastium tomentosum</i>	cespuglio	<i>Phlox sp.pl.</i>	cespuglio
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	cespuglio	<i>Pinus mugo</i>	arbusto
<i>Cornus mas</i>	arbusto	<i>Prunus spinosa</i>	arbusto
<i>Delosperma sp.pl.</i>	erbacea	<i>Pulsatilla montana</i>	erbacea
<i>Dianthus carthusianorum</i>	erbacea	<i>Rosa gallica</i>	arbusto
<i>Dianthus deltoides</i>	erbacea	<i>Rosmarinus officinalis</i>	cespuglio
<i>Dianthus sylvestris</i>	erbacea	<i>Ruscus aculeatus</i>	cespuglio
<i>Draba aizoides</i>	erbacea	<i>Salvia officinalis</i>	cespuglio
<i>Festuca trachyphylla</i>	erbacea	<i>Sedum acre</i>	erbacea
<i>Forsythia sp.pl.</i>	arbusto	<i>Sedum album</i>	erbacea
<i>Fumana procumbens</i>	cespuglio	<i>Sedum maximum</i>	erbacea
<i>Gazania sp.pl.</i>	erbacea	<i>Sedum montanum</i>	erbacea
<i>Helianthemum nummularium</i>	cespuglio	<i>Sedum reflexum</i>	erbacea
<i>Iberis sp.pl.</i>	cespuglio	<i>Sedum tectorum</i>	erbacea
<i>Jasminum sp.pl.</i>	arbusto	<i>Sempervivum arachnoideum</i>	erbacea
<i>Juniperus chinensis</i>	arbusto	<i>Sempervivum montanum</i>	erbacea
<i>Juniperus communis</i>	arbusto	<i>Thymus vulgaris</i>	cespuglio
<i>Juniperus sabina</i>	arbusto	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	liana
<i>Koeleria macrantha</i>	erbacea	<i>Viburnum lantana</i>	arbusto
<i>Koeleria pyramidata</i>	erbacea		

Quadro Sinottico degli Interventi di Mitigazione e Compensazione

Ai fini di un raffronto fra tutte le proposte di mitigazione e compensazione, è stato organizzato il quadro sinottico riportato nella successiva *Tabella*. Per ciascuna proposta si è voluto fornire anche un giudizio di importanza relativa, corrispondente al valore dell'intervento nel quadro delle proposte formulate.

In assoluto emerge come il ripristino e la riqualificazione dell'habitat di brughiera e la riforestazione siano gli interventi maggiormente rilevanti.

Tabella 5.4.3.11 Quadro Sinottico delle Proposte di Intervento

Interventi	Finalità		Categoria		Importanza relativa
	naturalist.-conservaz.	paesaggist.-funzionale	compensaz.	mitigaz.	
Ripristini e/o riqualificazioni di habitat naturali e seminaturali					
habitat					
brughiera	+++	+++	+++	++	+++
prato magro	+++	++	++	+	++
flora					
specie target	+++	+	++	+	++
Interventi forestali					
riforestazione	+++	+++	+++	++	+++
riqualificazione	+++	++	++	+	++
Contributi pro-fauna					
aree umide	++	++	+	+	+
rete ecologica	++	++	++	++	++
Opere a verde					
filari	+	+++	+	+++	++
siepi	+	++	+	+++	++
prati	+	+	+	+	+
reliquati	+	+	+	++	+
green roof	+	++	+	++	++

Legenda: +++, Alto; ++, Medio; +, Basso

5.4.3.2 Mitigazioni e Compensazioni: Fauna ed Ecosistemi

Nel presente paragrafo vengono fornite indicazioni di massima circa le misure di mitigazione e compensazione atte a minimizzare gli impatti identificati al Paragrafo 5.4.2.

Poiché l'area della futura espansione dell'aeroporto verrà trasformata, non vi è la possibilità di mitigare l'effetto dato dalla perdita di habitat. Si possono tuttavia prevedere misure di compensazione mirate in particolar modo alla creazione o riqualificazione di habitat aperti, i più simili possibile alla brughiera.

Tale misura di compensazione potrebbe favorire tutta la fauna legata agli ambienti aperti o ecotonali, sia Vertebrati che Invertebrati. L'efficacia di tale misura è di difficile quantificazione, in particolare per quanto riguarda la fauna invertebrata, dotata spesso di scarsa mobilità. La colonizzazione da parte dei Vertebrati è invece un processo più probabile, soprattutto per quanto concerne l'avifauna. Per gli altri gruppi di Vertebrati l'utilizzo delle nuove aree riqualificate dipenderà in larga parte dal grado di connessione che queste avranno con le aree naturali e seminaturali presenti nell'area. Un elevato grado di connessione può facilitare non solo lo spostamento della fauna, ma anche l'utilizzo per scopi trofici da parte della Chiroterofauna: i pipistrelli utilizzano di frequente elementi lineari del paesaggio (corsi

d'acqua, siepi, filari) per raggiungere i siti di alimentazione, una volta abbandonati i rifugi diurni.

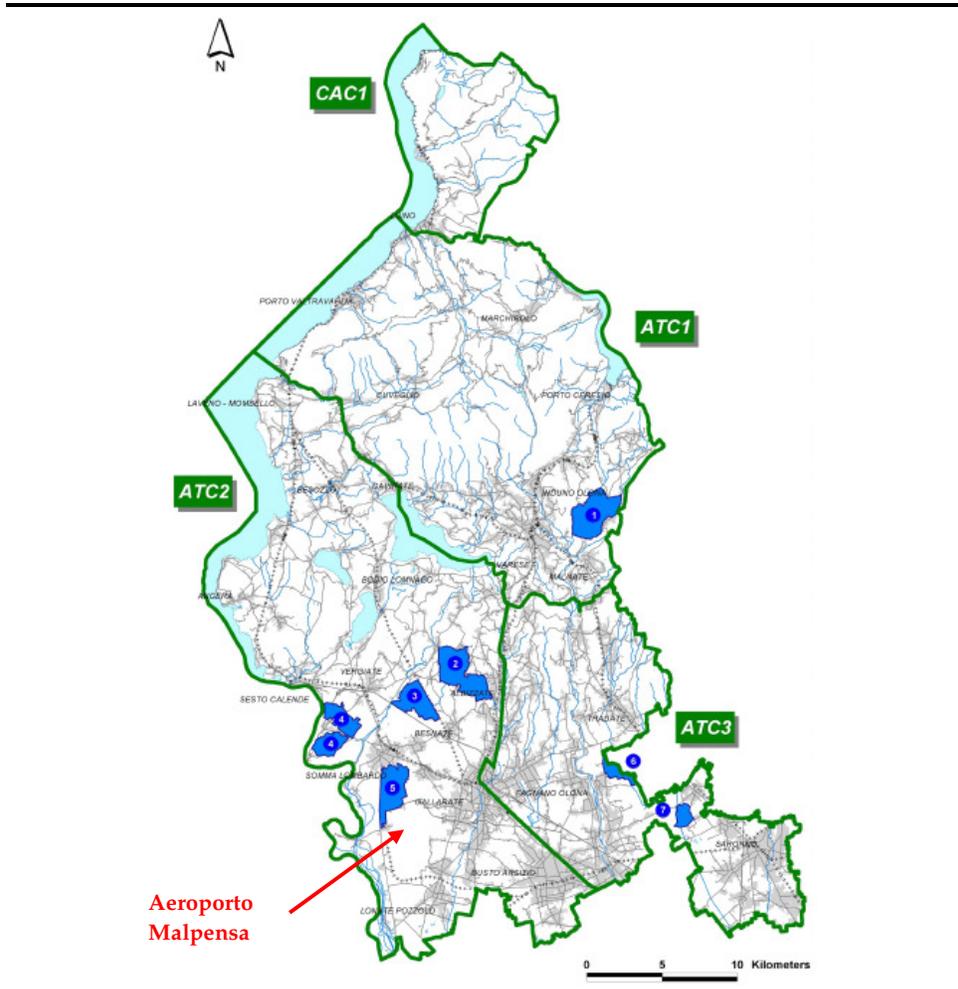
Nell'identificazione delle aree che potenzialmente potrebbero venire riqualificate bisogna tuttavia tenere conto della sicurezza che deve essere garantita ai mezzi aerei. Ci troviamo di fronte ad una contraddizione, in quanto per evitare incidenti (*bird strike*) è opportuno che attorno al sedime aeroportuale non siano presenti aree "ospitali" per gli Uccelli e allo stesso tempo la localizzazione di Malpensa all'interno di una delle aree più importanti per la conservazione della natura nella Pianura Padana (Parco della Valle del Ticino) impone di conservare e riqualificare ogni porzione del territorio in qualche modo compromessa.

Sebbene non sia stata definita con precisione una distanza di "sicurezza", l'ICAO suggerisce di valutare attentamente le aree in cui l'Avifauna può essere abbondante in un raggio di 13 km attorno all'aeroporto. In realtà, più delle aree naturali di buona qualità, sono altre le tipologie di zone che favoriscono la presenza della fauna e degli Uccelli in grandi concentrazioni, in particolare: laghi per la pesca sportiva, cave allagate, impianti di depurazione delle acque e, soprattutto, discariche (Breuer, 2006). Si tratta in tutti i casi di aree fortemente alterate, la cui riqualificazione può avere dei risvolti positivi sia sulla qualità generale dell'ambiente sia sulla gestione dell'Avifauna dal punto di vista delle problematiche di collisione con gli aerei.

È inoltre possibile che anche la presenza di Aziende Faunistico Venatorie (AFV) e Agriturismo Venatorie (AATV) aumenti la possibilità di incidenti a causa dell'immissione di ingenti quantità di selvaggina e la messa a disposizione di cibo durante il periodo venatorio. Anche in questo caso la pianificazione dovrebbe evitare la collocazione di nuove aziende nelle vicinanze dell'Aeroporto. A titolo di esempio si riporta, nella *Figura 5.4.3.2a*, la cartografia relativa alla attuale presenza di AFV e AATV della Provincia di Varese; come si può notare cinque aziende sono localizzate nelle vicinanze dell'aeroporto, una a brevissima distanza (n. 5 Azienda Faunistico Venatoria Maddalena del Dosso). Va tuttavia considerato che spesso le aziende venatorie hanno una gestione ambientale tale da permettere la conservazione di elementi vegetazionali, habitat e fauna che con altri tipi di indirizzi di gestione non verrebbero conservati.

Figura 5.4.3.2a

Localizzazione delle Aziende Faunistico Venatorie e Agriturismo Venatorie nella Provincia di Varese (Fonte: Piano Faunistico Venatorio della Provincia di Varese)



In assenza di dati relativi agli eventuali fenomeni di *bird strike* che interessano l'aeroporto di Malpensa e alle specie coinvolte, si possono fare esclusivamente delle ipotesi di massima sulla collocazione delle aree in cui si potrà andare ad intervenire con misure di riqualificazione ambientale, minimizzando i rischi di incidenti. Le aree dovranno necessariamente essere localizzate ad almeno due km dall'aeroporto, a distanze maggiori se localizzate sulla linea di atterraggio e decollo degli aerei. Poiché parte del problema potrebbe presumibilmente derivare dalla presenza di Avifauna migratrice, che utilizza di preferenza gli elementi lineari del paesaggio, per la scelta di almeno parte delle aree di compensazione andrebbero preferite le zone all'interno della scarpata fluviale del Ticino. Allontanandosi dall'aeroporto tali aree potranno venire identificate anche al di fuori della valle. Sebbene si possa prevedere la riqualificazione di aree poste sulla sponda piemontese del Ticino, misura di qualificazione ritenuta valida per lo meno per l'avifauna migratoria, la maggior parte degli interventi dovranno venire effettuati sul territorio

lombardo, dove gli impatti saranno concentrati. Per garantire protezione e una certa continuità di gestione è opportuno che gli interventi vengano realizzati all'interno di Aree Protette e possibilmente su terreni di proprietà pubblica. Sarà opportuno valutare la possibilità di acquisto, da parte dell'Area Protetta o della Regione, dei terreni su cui verranno realizzate le opere di mitigazione e compensazione. Alla realizzazione degli interventi dovrà necessariamente seguire una gestione ordinaria e straordinaria da attuarsi per almeno cinque anni. Nel medesimo periodo verranno eseguiti i monitoraggi relativi all'occupazione delle aree da parte della fauna (si veda a questo proposito il paragrafo relativo alla definizione dei monitoraggi).

La perdita di connessione con le aree naturali e semi-naturali localizzate ad est dell'aeroporto potrà venire parzialmente compensata realizzando o migliorando gli elementi o le aree di connessione identificati nell'ambito della Rete Ecologica del Parco del Ticino, delle Reti Ecologiche Provinciali (Varese e Milano) o della Rete Ecologica Regionale.

Per ovviare ad eventuali problemi di *bird strike* e per garantire l'utilizzo di tali strutture da parte delle specie più sensibili al disturbo aereo appare opportuno mettere in atto le misure di riqualificazione in più aree possibili, localizzate a distanze dall'aeroporto via via superiori.

Affinché le misure possano avere effetto da subito, l'identificazione e riqualificazione delle aree dovranno essere avviate contestualmente alla realizzazione delle opere e quindi dell'inizio della perturbazione. La sottrazione di habitat e l'interruzione di corridoi ecologici può avere conseguenze negative, di ampiezza anche molto elevata, nel caso le misure di compensazione venissero messe in atto anche solo a pochi anni di distanza dall'inizio di realizzazione delle opere.

Si ritiene impossibile una totale compensazione dell'impatto dato, non solo dalla perdita di habitat, ma anche dal disturbo generale che interesserà l'area. Sarà quindi necessario individuare una serie di azioni volte a ridurre il livello complessivo di impatto dell'opera in oggetto.

Per cercare di "abbassare" ulteriormente il livello di impatto, per lo meno sui migratori, è possibile ipotizzare l'applicazione di misure di tipo agro ambientale con la messa a disposizione di incentivi nei confronti degli agricoltori che gestiscono aree agricole disposte lungo l'asse del Ticino. Oñate *et al.* (2008) hanno espresso dubbi riguardo l'efficacia di questa misura di compensazione, in quanto legata alla risposta volontaria degli agricoltori. Nella zona tuttavia l'adesione del mondo agricolo nei confronti di programmi di incentivazione per la realizzazione di misure agro ambientali ha già avuto un certo successo: nell'ambito del Progetto Interreg IIIA "Azioni coordinate e congiunte per il controllo a lungo termine della biodiversità" sono state infatti coinvolte sette aziende agricole, localizzate in area relativamente ristretta nelle immediate vicinanze dell'aeroporto (A.A.V.V., 2007).

Le misure agro ambientali applicabili sono di vario tipo e ricalcano essenzialmente quelle previste dal Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013:

- conversione verso produzioni agricole biologiche;
- mantenimento di strutture vegetali lineari e fasce tampone boscate che prevede il divieto di diserbo chimico e lotta fitosanitaria;
- ritiro dei seminativi per scopi naturalistici;
- rinaturalizzazione di altri tipi di zone umide;
- altri interventi di miglioramento di ambienti agricoli ad alto valore naturale a rischio di scomparsa, identificati dagli Enti gestori delle Aree protette e dei Siti della Rete Natura 2000.

Per quanto concerne il problema dell'ingresso di specie invasive, l'unico modo per mitigare il possibile impatto è quello di monitorarne attentamente l'eventuale diffusione; nel caso di ingresso accertato di specie alloctone andranno predisposte, in brevissimo tempo, campagne di monitoraggio mirate a verificare l'espansione della specie, dei danni provocati, prevedendo inoltre campagne di informazione al pubblico. È comprovato che l'unico modo per evitare o minimizzare i danni, ecologici ed economici, derivanti dalla introduzione di specie esotiche è la risposta immediata alla perturbazione. Nel caso dovesse risultare che l'eradicazione è l'unico modo per salvaguardare gli interessi ecologici ed economici di un'area, un'attesa prolungata nel mettere in atto tale misura potrebbe di fatto vanificare qualsiasi speranza di successo. Poiché al momento non è possibile prevedere la possibilità e la modalità di diffusione di eventuali alloctoni, si può solo ipotizzare di prevedere la messa a disposizione di fondi di emergenza per fare fronte a tale eventualità.

Relativamente all'illuminazione delle strutture aeroportuali e di tutte le infrastrutture connesse sarà importante progettare impianti di illuminazione volti a ridurre al minimo l'inquinamento luminoso. A parziale compensazione dell'impatto previsto potrebbe essere predisposto uno studio di fattibilità per la riduzione dell'inquinamento luminoso relativo ad altre infrastrutture attualmente presenti nell'area di intervento. Considerando comunque l'impossibilità di annullare completamente gli effetti dell'illuminazione, è verosimile che diversi migratori potrebbero venire attratti a terra con un'interruzione del volo migratorio in un momento e in un habitat non idonei alla sosta migratoria. Tale disturbo è quindi parzialmente compensabile, ancora una volta, con il miglioramento degli ambienti naturali e seminaturali dell'area, in particolare quelli all'interno del Parco del Ticino. I miglioramenti ambientali andrebbero effettuati alla luce delle esigenze dei migratori (si potrebbero mettere ad esempio a dimora piante autoctone baccifere molto utili ai Passeriformi migratori in particolar modo durante la migrazione autunnale).

Anche per quanto riguarda l'inquinamento acustico sarà necessario tenere conto in fase progettuale di tutti gli accorgimenti tecnici oggi disponibili al fine di ridurre la consistenza. La questione dell'inquinamento acustico andrebbe tenuta in considerazione nella scelta dei velivoli e nelle procedure di

decollo ed atterraggio, valutando le possibili tecnologie oggi disponibili per ridurre al massimo le emissioni sonore. Si ricorda inoltre che l'inquinamento acustico andrebbe ridotto non solo in prossimità dei centri abitati, come oggi in parte già avviene, ma anche in relazione alle aree naturali, solitamente considerate come non prioritarie da questo punto di vista.

Gli uccelli hanno picchi di attività giornaliera coincidenti in particolare con le prime ore del mattino e in misura minore con le ultime ore del pomeriggio. Poiché pare poco praticabile una modulazione del traffico aereo per la riduzione del disturbo nei momenti di massima attività degli uccelli, ancora una volta si potrebbe parzialmente compensare l'impatto del disturbo acustico con un miglioramento degli ambienti naturali e semi-naturali all'interno del Parco del Ticino.

Nella successiva *Tabella* viene riassunto, in forma schematica, quanto illustrato fino ad ora, indicando la tipologia di impatto, le comunità animali influenzate, l'entità presunta dell'impatto e l'insieme di misure di mitigazione compensazione proposte. Sebbene nessuna misura da sola possa garantire il superamento delle criticità evidenziate, una gestione complessiva del territorio che miri a: 1) riqualificare gli habitat naturali, 2) creare nuovi habitat di pregio, 3) riqualificare gli agroecosistemi, 4) ricostituire e migliorare la rete ecologica, 5) mettere in atto sistemi per abbassare il livello degli inquinanti (comprendendo anche inquinamento luminoso e acustico), 6) diminuire il disturbo antropico causato da tutte le attività che si svolgono sul territorio, 7) prevenire ulteriore consumo di habitat, 8) prevenire ulteriori attività altamente perturbanti, ha qualche probabilità di fare in modo che l'espansione dell'aeroporto di Malpensa non comprometta in modo definitivo la possibilità di attuare una conservazione efficace della biodiversità dell'intera Pianura Padana.

L'identificazione delle singole misure di mitigazione e compensazione dovrà necessariamente essere un processo da svolgersi di pari passo con la progettazione delle singole opere, con il coinvolgimento degli enti pubblici e, in particolare, delle Aree protette. Il Parco lombardo della Valle del Ticino, area di importanza prioritaria per la conservazione della biodiversità nella Pianura Padana, ha visto negli ultimi decenni il proprio territorio sempre più sacrificato alle esigenze economiche. La realizzazione di nuove infrastrutture al suo interno dovrà necessariamente portare a delle scelte gestionali mirate alla conservazione su ampia scala, misure di gestione che prevedano azioni specifiche per la conservazione, anche a scapito di altri utilizzi del territorio (turistico-ricreativo, venatorio, agricolo).

Tabella 5.4.3.2a *Tipologie di Impatto e Misure di Mitigazione e Compensazione Proposte*

Intervento	Tipologia di impatto	Comunità	Entità impatto	Compensazioni	Mitigazioni
Ampliamento aeroporto		B2 (uccelli nidificanti - uccelli migratori)	molto negativo	creazione, riqualificazione habitat aperti ed ecotonali - creazione, riqualificazione corridoi ecologici - applicazione misure agroambientali	
	Perdita di habitat, frammentazione, isolamento	B2 (uccelli svernanti)	negativo	creazione, riqualificazione habitat aperti ed ecotonali - creazione, riqualificazione corridoi ecologici - applicazione misure agroambientali	
		C2 (uccelli nidificanti - uccelli migratori - uccelli svernanti - mammiferi)	negativo	creazione, riqualificazione corridoi ecologici - applicazione di misure agroambientali	
		D (uccelli nidificanti - uccelli migratori - uccelli svernanti)	negativo	applicazione di misure agroambientali	
Introduzione specie esotiche	?	?		monitoraggi - campagne di informazione - immediate misure di controllo o eventuale eradicazione	
Collisioni		A, B2, C2, D, E	negativo		eventuale allontanamento e dispersione delle grosse concentrazioni dalle vicinanze dell'aeroporto
Disturbo acustico e visivo		A, B2, C2, D (uccelli nidificanti, svernanti e residenti)	negativo	ampliamento delle zone in cui è vietata l'attività venatoria	utilizzo aerei a ridotta emissione - applicazione procedure di decollo ed atterraggio mirate alla minimizzazione del rumore
		A, B2, C2, D (uccelli migratori)	molto negativo	ampliamento delle zone in cui è vietata l'attività venatoria - creazione e riqualificazione habitat idonei alla sosta	utilizzo aerei a ridotta emissione - applicazione procedure di decollo ed atterraggio mirate alla minimizzazione del rumore

Intervento	Tipologia di impatto	Comunità	Entità impatto	Compensazioni	Mitigazioni
	Inquinamento luminoso	A, B2, C2, D (uccelli nidificanti)	negativo	creazione, riqualificazione habitat naturali di buona qualità - ampliamento delle zone in cui è vietata l'attività venatoria - sostituzione di impianti di illuminazione già esistenti con impianti a minore impatto	utilizzo di tecnologie per ridurre l'inquinamento luminoso associate alle nuove opere
		A, B2, C2, D (uccelli migratori)	molto negativo	ampliamento delle zone in cui è vietata l'attività venatoria - creazione e riqualificazioni habitat idonei alla sosta	utilizzo di tecnologie per ridurre l'inquinamento luminoso associate alle nuove opere
	Emissioni in atmosfera e acque	A, B2, C2, D, E	?		creazione, riqualificazione habitat boschivi ed ecotonali

5.4.4 *Bibliografia*

5.4.4.1 *Vegetazione*

AA.VV., 1999. Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale. Atti del workshop. Serie Atti 2/1999. ANPA.

AA.VV., 2001a. IBL: indice di biodiversità lichenica. Manuali e Linee Guida, 2/2001. APAT.

AA.VV., 2001b. Monitoraggio dello stato di salute della vegetazione boschiva mediante tecniche di telerilevamento all'Infrarosso Falso Colore nella Valle del Ticino. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

AA.VV., 2003. Metodi analitici per le acque. Manuali e Linee Guida, 29/2003. APAT.

AA.VV., 2007. IFF 2007. Indice di funzionalità fluviale. Manuali e Linee Guida. APAT.

AA.VV., 2008. Annuario dei dati ambientali 2007. APAT.

Barcan V., Kovnatsky E., Shylina A., 2000. Benz(a)pyrene in soils and berries in an area affected by jets over the Kola Peninsula. *Atmospheric Environment* 34: 1225-1231.

Blasi C., Nimis P., Paoletta A., Pignatti S., 1995. *Ecologia vegetale*. UTET.

Brandmayr P., Zetto T. Pizzolotto R., 2005. I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. *Manuali e Linee Guida*, 34/2005. APAT

Boschetti M., Canova I., Casati L., Oliviero S., 2005. Mappatura delle specie arboree del Parco del Ticino mediante telerilevamento iperspettrale. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Brusa G., Grande D., Cerabolini B.E.L., Caronni F.E., Castrovinci R., 2008. *Robinia viscosa* Vent., una neofita negletta della flora italiana. In: Galasso G., Chiozzi G., Azuma M., Bandi E. (eds.), *Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione* (Milano, 27-28 novembre 2008). *Memorie della Società Italiana dei Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, vol. XXXVI (1): 45.

Bunning E., Moser I., 1969. Interference of Moonlight with the Photoperiodic Measurement of Time by Plants, and their Adaptive Reaction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 62, No. 4., pp. 1018-1022.

- Cathey M., 2003. Avoiding Plant Injury from Landscape Lights. *Everyday Garden Science*. Volume 82, Number 1, pag. 181.
- Chaney W.R., [accesso settembre 2007]. Does Night Lighting Harm Trees? FNR-FAQ-17 <http://www.ces.purdue.edu/extmedia/menu/FNR/FNR-FAQ-17.pdf>
- Cinzano P, 2004. La valutazione dell'impatto ambientale dell'inquinamento luminoso. Relazione presentata al Convegno Nazionale Immissioni ed Emissioni, Milano (14 Dicembre 2004).
- Fanelli G., De Lillis M., 2004. Relative growth rate and hemerobiotic state in the assessment of disturbance gradients. *Applied Vegetation Science* 7: 133-140.
- Farina A., 2001. *Ecologia del paesaggio*. UTET.
- Fon T.Y.W., Noriatsu O., Hiroshi S., 2007. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in the Aerosol of Higashi Hiroshima, Japan: Pollution Scenario and Source Identification. *Water Air Soil Pollut.* 182: 235-243.
- Krahl, J., Seidel, H., Jeberien, H.-E., Ruckert, M., Bahadir, M., 1998. Pilot study: PAH fingerprints of aircraft exhaust in comparison with diesel engine exhaust. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* 360, 693-696.
- Huang X.-D., Zeiler L.F., Dixon D.G., Greenberg B.M., 1996. Photoinduced Toxicity of PAHs to the Foliar Regions of *Brassica napus* (Canola) and *Cucumis sativus* (Cucumber) in Simulated Solar Radiation. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 35: 190-197.
- Jenkins B.M., Jones A.D., Turn S.Q., Williams R.B., 1996. Emission factors for polycyclic aromatic hydrocarbons from biomass burning. *Environmental Science & Technology* 30: 2462-2469.
- Lorenzini G., Nali C., 2005. *Le piante e l'inquinamento dell'aria*. Springer.
- Maila M.P., Cloete T.E., 2002. Germination of *Lepidium sativum* as a method to evaluate polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) removal from contaminated soil. *International Biodeterioration & Biodegradation* 50: 107 - 113.
- Mariani L., Sovrano Pangallo G., 2005. Approccio quantitativo all'analisi degli effetti urbani sul clima. *Rivista Italiana di Agrometeorologia* 10 (2): 31-36.
- Matzke E. B., 1936. The Effect of Street Lights in Delaying Leaf-Fall in Certain Trees. *American Journal of Botany*, Vol. 23, No. 6., pp. 446-452.

Nardini A., Sansoni G. (eds.), 2006. La riqualificazione fluviale in Italia. CIRF - Mazzanti Editore.

Oke T.R., 1982. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 108: 1-24.

Ravindra K., Sokhi R., Van Grieken R., 2008. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation. Atmospheric Environment 42: 2895-2921.

Ray S., Khillare P.S., Agarwal T., Shridhar V., 2008. Assessment of PAHs in soil around the International Airport in Delhi, India. Journal of Hazardous Materials 156: 9-16.

Ren L., Zeiler L.F., Dixon D.G., Greenberg B.M., 1996. Photoinduced Effects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on *Brassica napus* (Canola) during Germination and Early Seedling Development. Ecotoxicology and Environmental Safety 33: 73-80.

Roman A., Cinzano P., Giacometti G. M., Giulini P., 2000. Light pollution and possible effects on higher plants. Memorie della società astronomica italiana 71: 59-70.

Romani V., 1994. Il paesaggio teoria e pianificazione. F. Angeli.

Rotondo G., 2001. Ecobioclimatologia II - Eco-bioclimate II. IIMS - Istituto Italiano di Medicina Sociale.

Spanou S., Verroios G., Dimitrellos G., Livaniou-Tiniakou A., Georgiadis T., Anagnostopoulos A., 2007. Establishing a bio-monitoring program of plant species and habitats of the Mesogaia area (Athens, Greece): baseline survey results. Journal of Biological Research-Thessaloniki 8: 159-166.

Takagi M., Gyokusen K., 2004. Light and atmospheric pollution affect photosynthesis of street trees in urban environments. Urban For. Urban Green. 2; 167-171.

Takao Y., 1998. Effects of night lighting and critical illuminance on the growth and bolting of spinach cultivars. J.Japann. Soc. Hort. Sci., 67(5). pp. 778-784.

Velazquez L.S., 2005. European Airport Greenroofs - A Potential Model For North America. Greenroofs.com Publisher & Design Consultant.

5.4.4.2 *Fauna ed Ecosistemi*

AA.VV. 2007. Azioni coordinate e congiunte lungo il fiume Ticino per il controllo a lungo termine della biodiversità. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Andrén, H, 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review. *Oikos* 71:355-66.

Askins R.A., Philbrick M.J., Sugeno D.S., 1987. Relationship between the regional abundance of forest and the composition of forest bird communities. *Biological Conservation* 39:129-52.

Breuer M.W., 2006. Evaluation of Areas with Bird-Strike Potential in the Surroundings of Airports. *Bird and Aviation*, Vol. 26 (2006), No. 2.

Dorp D. van, Opdam P., 1987. Effects of patch size, isolation and regional abundance on forest bird communities. *Landscape Ecology* 1: 59-73.

Forman, R. T. T., Sperling D., Bissonette J. A., Clevenger A. P., Cutshall C. D., Dale V. H., Fahrig L., France R., Goldman C. R., Heanue K., Jones J. A., Swanson F. J., Turrentine T., Winter T. C., 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, D.C. 481 pp.

Fuller R.A., Warren P.H., Gaston K.J. 2007. Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters*, 3: 368–70.

Genovesi P., 2008. Quale politica per rispondere alle invasioni biologiche ? Atti del Convegno "Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani d'azione", Milano 27-28 novembre 2008. Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Vol. XXXVI – Fascicolo I.

Habib L., Bayne E.M., Boutin S. 2007. Chronic industrial noise affect pairing success and age structure of ovenbirds *Seiurus aurocapilla*, *Journal of Applied Ecology*, 44:176-184-

Johnson, D. H. 2001. Habitat fragmentation effects on birds in grasslands and wetlands: a critique of our knowledge. *Great Plains Research* 11(2): 211-231. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Online. www.npwrc.usgs.gov/resource/birds/habfrag/index.htm

Jucher C., Maspero M., Cavagna B., Ciampitti M, Colombo M., 2008. Biologia e gestione di *Anoplophora chinensis* (Forster) in Lombardia. Atti del Convegno "Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani d'azione", Milano 27-28 novembre 2008. Memorie della Società Italiana di

Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Vol. XXXVI
– Fascicolo I.

Longoni V, Rubolini D, Vigorita V, Cucé L., Fasola M 2007. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2007. Regione Lombardia, Milano.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P., Waage J.K. (eds.), 2001. A Global Strategy on Invasive Alien Species. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.

Oñate, J.J., Hervás, I., Suárez, F., Pérez, D., 2008. Long-term compensatory measures in EIA?: agri-environmental schemes in an airport. IAIA08 Conference Proceedings, The Art and Science of Impact Assessment. 28th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment, 4-10 May 2008, Perth Convention Exhibition Centre, Perth, Australia.

Partecke J., Schwabl I., Gwinner E. 2006. Stress and the city: Urbanization and its effects on the stress physiology in European blackbirds. *Ecology* 87: 1945–1952

Reijnen R., Foppen R. 1994. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. I. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) breeding close to a highway. *J. Appl. Ecol.* 31: 85-94.

Robbins C.S., Dawson D.K., Dowell B.A., 1989. Habitat area requirements of breeding forest birds of the middle Atlantic states. *Wildlife Monographs* 103.

Robinson S., Thompson F. III, Donovan T., Whitehead D., Faaborg J. 1995. Regional forest fragmentation and the nesting success of migratory birds. *Science*, 267, 1987–1990.

Rubolini D., Fasola M., Vigorita V., Cucé L. 2003. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2003. Regione Lombardia, Milano.

Rubolini D., Vigorita V., Cucé L., Fasola M. 2004. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2004. Regione Lombardia, Milano.

Rubolini D., Pellitteri Rosa D., Vigorita V., Cucé L., Fasola M 2005. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2005. Regione Lombardia, Milano.

Rubolini D., Longoni V., Vigorita V., Cucé L., Fasola M. 2006. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2006. Regione Lombardia, Milano.

Slabbekoorn H., Peet M., 2003 Birds sing at a higher pitch in urban noise. Nature 424, 267.

Vigorita V., Rubolini D., Cucé L., Fasola M., 2002. Censimento Annuale degli Uccelli Acquatici Svernanti in Lombardia. Resoconto 2002. Regione Lombardia, Milano.

Weitz, E.H., 2005. Rooks - a protected bird species in conflict of interests with flight safety demands. Bird and Aviation, Vol. 25. No. 1

5.5 SALUTE PUBBLICA

5.5.1 Fase di Cantiere

Durante la fase di realizzazione del progetto i potenziali impatti sulla componente salute pubblica sono da ricondursi principalmente a:

- emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate principalmente nella fase di costruzione della Terza Pista e delle altre opere ad essa connesse (es. completamento del terzo Terminal 1 e del terzo satellite, opere di adeguamento del Terminal 2) e dai relativi mezzi di trasporto coinvolti;
- emissione di polvere derivante principalmente dalla polverizzazione ed abrasione delle superfici causate dai mezzi in movimento, durante la movimentazione di terra e materiali, nonché dall'azione meccanica su materiali incoerenti e scavi realizzati mediante l'utilizzo di escavatori, bulldozer, ecc.

Per quanto riguarda le emissioni sonore dei mezzi e delle macchine coinvolte nella fase di cantiere, si precisa che gli stessi rispetteranno i limiti di emissione sonora previsti per l'immissione sul mercato dalla normativa vigente.

Infine, le imprese coinvolte nelle fasi di costruzione provvederanno a ridurre al minimo i potenziali impatti previsti, ottimizzando gli orari di lavoro e programmando la manutenzione dei vari mezzi d'opera. Allo stesso modo sarà ottimizzata la gestione dei trasporti dei mezzi di cantiere, in maniera da poter ridurre il rischio d'incidenti.

5.5.1.1 Infortuni sul Luogo di Lavoro

Uno specifico aspetto della salute pubblica è quello relativo alla sicurezza sul luogo di lavoro del personale preposto in fase di realizzazione dell'opera in oggetto. Si precisa che per gli aspetti di sicurezza sarà approntato quanto richiesto dalla normativa vigente, con particolare riferimento al *D. Lgs n. 81 del 09 Aprile 2008 e s.m.i.*

La *Tabella 5.5.1.1a* riporta, sulla base dei più recenti dati statistici infortunistici del settore delle costruzioni e dei trasporti, i dati relativi alle frequenze degli infortuni, suddivisi per:

- *inabilità temporanea*, intesa come giornate effettivamente perdute, compresi i giorni di carenza;
- *inabilità permanente*, per la quale ogni grado di inabilità equivale a 75 giornate perdute;

- *morte*, per la quale ogni caso equivale a 7.500 giornate perdute.

Si ricorda che l'indice di frequenza relativa degli infortuni (x 1.000 addetti) è definito come rapporto tra gli eventi lesivi indennizzati (integrati per tenere conto dei casi non ancora liquidati) ed il numero degli esposti.

Si precisa che, per poter disporre di una base statistica più stabile e significativa, tutti gli indicatori sono stati costruiti con riferimento alla media dell'ultimo triennio consolidato. A partire dal triennio 2000 -2002 gli indici di frequenza e di gravità sono stati calcolati escludendo i casi di infortunio "*in itinere*", in quanto non strettamente correlati al rischio della specifica attività lavorativa svolta dall'infortunato. Infatti, con l'entrata in vigore dell'*art. 12 del D.Lgs 38/2000* il fenomeno degli infortuni in itinere ha iniziato ad assumere dimensioni di rilevanza statistica.

Tabella 5.5.1.1a *Indice di Frequenza Relativa degli Infortuni (per 1.000); Media Triennio 2004-2006*

	Trasporti				Costruzioni			
	Inabilità Temp.	Inabilità Perm.	Morte	Totali	Inabilità Temp.	Inabilità Perm.	Morte	Totali
Italia	32,70	2,24	0,11	35,05	45,52	4,77	0,21	50,50

Fonte: www.inail.it

Dall'analisi dei dati riportati, si osserva che l'indice di frequenza del settore costruzioni a livello nazionale (mediato sul triennio 2004/06) è maggiore di quello dei trasporti (+44,10%). Da qui un'ulteriore indicazione in merito all'importanza della sicurezza in cantiere.

5.5.2 *Fase di Esercizio*

Nella fase di esercizio i principali impatti previsti dalla realizzazione dell'opera in oggetto, sono da ricondursi principalmente a:

- incremento delle emissioni acustiche derivanti da un aumento sia dei numeri di voli, sia dei mezzi di trasporto afferenti all'aeroporto;
- emissioni in atmosfera dovute alla ricaduta e deposizione di inquinanti al suolo derivanti dagli aeromobili.

Per quanto riguarda l'impatto sulla salute pubblica derivante dall'incremento delle emissioni acustiche, si precisa che l'orientamento proposto della nuova pista, così come dettagliato al *Capitolo 3*, permetterà il parziale contenimento dell'incremento di rumore generato dall'aumento del numero di aeromobili che il nuovo aeroporto permetterà di gestire. A questo si deve aggiungere l'incremento di emissioni acustiche derivanti dai mezzi di trasporto afferenti

all'aeroporto. In particolare il documento CLAS relativo all'inquadramento progettuale delle opere stradali e ferroviarie connesse con l'incremento dell'aeroporto di Malpensa, prevede un incremento del traffico veicolare, così come definito nella *Figura 5.5.2a*.

Figura 5.5.2a

Stima del Traffico Veicolare Generato dall'Opera in Oggetto

	2008	2015	2025	2030
accompagnato (2 viaggi, 1,5 pax per veicolo)	15.735	22.133	28.911	31.613
mezzo privato (1,5 pax/veicolo)	12.082	16.998	21.951	24.002
mezzo pubblico strada equivalente (40 pax/veicolo)	337	347	442	483
Totale veicoli gg (passeggeri)	28.155	39.478	51.304	56.098

Fonte: elaborazioni su dati SEA 2008 e Gruppo Clas

Si ricorda che tale stima, al pari delle osservazioni che ne derivano, non risulta fondata su una modellizzazione scientifica dei flussi di traffico; è, pertanto, da considerare come stima dell'ordine di grandezza del traffico generato dall'attività aeroportuale, adeguata allo sviluppo infrastrutturale in atto.

Al fine di poter mitigare gli impatti derivanti dall'incremento della pressione sonora generata dal maggior numero di movimenti previsti nella fase di esercizio dell'opera, è prevista la rilocalizzazione delle zone residenziali maggiormente impattate ubicate a Tornavento, nel comune di Lonate Pozzolo, così come definito al *Paragrafo 3.9.1*.

Per quanto attiene invece il maggior traffico indotto dalla realizzazione dell'opera, si prevede, a fronte di un aumento del traffico veicolare, un incremento del trasporto passeggeri/merci, via ferrovia, così come stimato dal rapporto CLAS e presentato in *Figura 5.5.2b*.

Figura 5.5.2b *Stima del Traffico Veicolare per Categoria Generato dall'Opera in Oggetto*

Passeggeri anno	2008	2015	2030	2008	2015	2025	2030
Accompagnato	28,0%	28,0%	27,0%	4.307.548	6.058.964	7.914.449	8.654.045
Treno	13,0%	17,3%	21,0%	1.999.933	3.724.104	6.155.683	6.730.924
Auto Propria	27,0%	27,0%	25,0%	4.153.707	5.842.572	7.328.194	8.013.004
Taxi	7,0%	7,0%	7,0%	1.076.887	1.514.741	2.051.894	2.243.641
Autonoleggio	7,0%	7,0%	7,0%	1.076.887	1.514.741	2.051.894	2.243.641
Autobus ATM/Linea	3,0%	3,2%	3,5%	461.523	692.453	1.025.947	1.121.821
Navetta Staz Centrale*	10,0%	5,5%	4,5%	1.538.410	1.190.154	1.319.075	1.442.341
Bus agenzia	2,0%	2,0%	2,0%	307.682	434.413	586.255	641.040
Navetta hotel	1,0%	1,0%	1,0%	153.841	217.206	293.128	320.520
Altro	2,0%	2,0%	2,0%	307.682	434.413	586.255	641.040

Passeggeri giorno	2008	2015	2030	2008	2015	2025	2030
Accompagnato	28,0%	28,0%	27,0%	11.802	16.600	21.683	23.710
Treno	13,0%	17,3%	21,0%	5.479	10.203	16.865	18.441
Auto Propria	27,0%	27,0%	25,0%	11.380	16.007	20.077	21.953
Taxi	7,0%	7,0%	7,0%	2.950	4.150	5.622	6.147
Autonoleggio	7,0%	7,0%	7,0%	2.950	4.150	5.622	6.147
Autobus ATM/Linea	3,0%	3,2%	3,5%	1.264	1.897	2.811	3.073
Navetta Staz Centrale*	10,0%	5,5%	4,5%	4.215	3.261	3.614	3.952
Bus agenzia	2,0%	2,0%	2,0%	843	1.190	1.606	1.756
Navetta hotel	1,0%	1,0%	1,0%	421	595	803	878
Altro	2,0%	2,0%	2,0%	843	1.190	1.606	1.756

*dal 2025 si aggiungono servizi automobilistici privati da altri terminal bus (e.g. M1 Lampugnano)

Fonte: elaborazioni su dati SEA 2008 e Gruppo Clas

Per maggiori dettagli sugli impatti derivanti dall'incremento delle emissioni sonore si rimanda al *Paragrafo 5.6*.

Per quanto attiene invece l'emissione di inquinanti derivanti dal traffico aereo si precisa che è prevedibile un miglioramento tecnologico che consentirà di avere aeromobili con motori più efficienti e meno inquinanti. Per maggiori dettagli si rimanda al *Paragrafo 5.1*.

Da ultimo si rammenta che con l'entrata in esercizio della Terza Pista si prevede un riequilibrio dei voli su tre piste differenti, che permetterà di controllare e, ove possibile, ridurre, sia l'impatto acustico, sia le emissioni in atmosfera, derivanti dall'incremento dei voli aerei.

5.6 RUMORE

5.6.1 Premessa

Come già precisato al *Paragrafo 3.2*, SEA, in accordo con la Regione Lombardia, ha affidato all'*Istituto MITRE Corporation*, ente *no-profit* americano consulente della statunitense *Federal Aviation Administration* (FAA), gli studi volti a definire le caratteristiche progettuali e l'orientamento della nuova pista. Per affrontare in modo sintetico, ma rigoroso, la valutazione ambientale delle alternative proposte si è scelto di considerare come indicatore di interferenza il Rumore, che costituisce il più significativo fattore di impatto ambientale connesso con l'esercizio aeroportuale.

Lo studio eseguito dall'*Istituto MITRE Corporation* era dunque preliminare alla redazione del *Master Plan Aeroportuale*, che è stato redatto in modo conseguente alle conclusioni di tale studio; dunque i due documenti costituiscono un insieme di soluzioni coerenti per lo sviluppo dell'aeroporto intercontinentale di Malpensa.

Si ricorda, inoltre, che il confronto delle interferenze ambientali determinate dalle diverse configurazioni aeroportuali è stato effettuato sulla base delle simulazioni relative allo stato attuale (con traffico al livello del 2003), in modo da avere un puntuale confronto di situazioni operative aeroportuali certe. I risultati delle simulazioni effettuate per le diverse localizzazioni della nuova pista hanno quindi portato alla definizione del Nuovo Master Plan Aeroportuale.

Il principale obiettivo dello studio realizzato da MITRE era quello di risolvere il problema dell'aumento del traffico aereo nell'area di Milano, aumentando la capacità operativa dell'aeroporto di Malpensa, evitando al tempo stesso, per quanto possibile, di aumentare i livelli di rumorosità nelle aree abitate. Le analisi di rumorosità condotte da MITRE¹ sulle possibili alternative progettuali hanno mostrato che la soluzione scelta (nuova pista parallela a quelle esistenti) è la migliore: l'impatto da rumore sulle attuali aree popolate non sarà significativo tranne che per una zona di dimensioni limitate a sud della nuova pista.

Le analisi di rumorosità condotte da MITRE hanno preso in considerazione due scenari:

- lo scenario relativo ad un giorno medio (*composite day*), corrispondente alle tre settimane di maggior traffico all'interno di periodi prestabiliti (così come definito dal *DM 31 ottobre 1997*), elaborato a partire dai dati

(1) "L'Aeroporto di Malpensa - Analisi dello sviluppo a lungo termine degli aeroporti di Milano" (2007), MITRE - Center for Advanced Aviation System Development, McLean, Virginia, U.S.A.

relativi al 2004 (23-29 Maggio, 24-30 Agosto e 5-11 Novembre). A tale scenario corrispondono 626,4 movimenti/giorno;

- lo scenario relativo ad un giorno di picco (*peak day*), nuovamente relativo al 2004, con volumi e caratteristiche di traffico tali da poter comportare livelli più alti di esposizione al rumore (scenario peggiorativo rispetto a quanto previsto dalla normativa italiana). A tale scenario corrispondono 741 movimenti/giorno. Tale scenario appare sostanzialmente coincidente con quello analizzato nel precedente *Paragrafo 4.7.4.4*, che considerava nel 2007 circa 767 movimenti/giorno nel *composite day*. Anzi la considerazione nella presente stima degli impatti dello scenario MITRE relativo al 2004 risulta conservativa nella valutazione degli impatti aggiuntivi. Va inoltre rilevato che l'anno 2004 è quello preso come riferimento dalla Commissione Aeroportuale di Malpensa per la valutazione degli impatti dell'attività aeroportuale sul territorio interessato.

Per entrambi gli scenari, MITRE ha inoltre effettuato delle valutazioni previsionali nello scenario futuro, partendo dai dati di previsione di evoluzione del traffico aereo:

- scenario relativo ad un giorno medio (*composite day*), corrispondente a 1.098 movimenti/giorno;
- scenario relativo ad un giorno di picco (*peak day*), corrispondente a 1.300 movimenti/giorno.

Anche in questo caso si rileva che lo scenario del giorno di picco (*peak day*) risulta completamente coerente con le previsioni di traffico al 2030 effettuate dal Gruppo CLAS per conto di SEA. Le conclusioni raggiunte nella stima degli impatti del rumore prodotto dall'attività aeroportuale dallo studio MITRE per il giorno di picco sono dunque perfettamente estendibili a quanto previsto per il *composite day* 2030, in quanto le simulazioni condotte riguardano un giorno tipo che manifesta un traffico aereo pari a 1.300 movimenti complessivi.

Il *paragrafo 5.6.3* riporta dunque i risultati dello studio MITRE nello scenario futuro.

Un'ultima considerazione va effettuata circa l'anno di riferimento delle stime effettuate dallo Studio MITRE per lo sviluppo futuro dell'aeroporto di Malpensa. Tale Studio era stato effettuato prima che si determinassero le perturbazioni sul trend di sviluppo dell'aeroporto collegate alla crisi di Alitalia. Di conseguenza nello studio MITRE l'anno di riferimento per lo scenario futuro è il 2025. Per effetto di tali vicende, i recenti studi effettuati per conto di SEA dal Gruppo CLAS hanno spostato avanti di 5 anni, al 2030, la soglia di raggiungimento del traffico aeroportuale inizialmente previsto nel

2025. Come già anticipato nell'*Introduzione*, la soglia temporale di valutazione degli impatti è stata dunque spostata dal 2025 al 2030, mantenendo sostanzialmente inalterate le stime di traffico previste nello scenario futuro. Le valutazioni effettuate da MITRE, datate al 2025, possono pertanto essere trasposte al 2030 senza alcuna variazione.

5.6.2 *Fase di Cantiere*

Durante la fase di realizzazione del progetto i potenziali impatti sulla componente sono da ricondursi alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici e dai relativi mezzi di trasporto coinvolti.

A tal riguardo, si precisa che le emissioni sonore dei mezzi e delle macchine coinvolte nella fase di cantiere rispetteranno i limiti di emissione sonora previsti dalla normativa vigente.

5.6.3 *Fase di Esercizio: Analisi dei Risultati delle Simulazioni*

Si ricorda, che per l'esecuzione dello studio acustico è stato utilizzato il modello INM (*Integrated Noise Model*), sviluppato dalla statunitense FAA (*Federal Aviation Authority*), che è il più utilizzato e aggiornato modello matematico per la stima del rumore generato dall'attività aeroportuale. Tale modello è inoltre conservativo in quanto trascura l'assorbimento, la riflessione o la schermatura del rumore da parte di edifici o del terreno.

Per la valutazione dello scenario futuro, MITRE ha apportato alcune modifiche allo scenario di partenza per tenere conto dei seguenti fattori:

- Assegnazione pista e vie di rullaggio (utilizzando anche la terza pista);
- Sostituzione dei modelli più vecchi di aeromobili con modelli più nuovi e più silenziosi;
- Previsione di aumento di traffico aereo (dati Studio CLAS).

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica di MITRE – Center for Advanced Aviation System Development "*L'Aeroporto di Malpensa - Analisi dello sviluppo a lungo termine degli aeroporti di Milano*" (McLean, Virginia, U.S.A., 2007). Nel seguito si riportano i risultati delle simulazioni effettuate, per entrambi gli scenari:

- scenario relativo ad un giorno medio, corrispondente alle tre settimane di maggior traffico all'interno di periodi prestabiliti (così come definito dal *DM 31 ottobre 1997*), a cui corrispondono nello scenario futuro 1.098 movimenti/giorno;
- scenario relativo ad un giorno di picco, all'interno delle 3 settimane di cui al precedente scenario, con volumi e caratteristiche di traffico tali

da poter comportare livelli più alti di esposizione al rumore, a cui corrispondono nello scenario futuro 1.300 movimenti/giorno. Si sottolinea che tale numero di movimenti risulta identico a quanto previsto da SEA nel giorno medio per l'entrata a regime del nuovo *Master Plan Aeroportuale* nel 2030.

Per lo scenario futuro MITRE ha ipotizzato la seguente assegnazione di piste:

- 36% degli arrivi assegnati alla nuova pista 35New (per scenario medio e scenario di picco);
- Tutti gli arrivi notturni e quelli diurni in determinati orari non di punta assegnati alla pista 35L; tutti gli altri arrivi utilizzano la pista 35R;
- 36% delle partenze assegnate alla nuova pista 35New (per scenario medio e scenario di picco);
- Tutte le partenze notturne e quelle diurne in determinati orari non di punta assegnate alla pista 35R; tutte le altre partenze utilizzano la pista 35L;
- Operazioni diurne e notturne sulle piste 17R e 17L invariate.

La ripartizione per i due scenari (medio e picco) è riportata in *Tabella 5.6.3a*.

Tabella 5.6.3a

Ripartizione (%) Assegnazione Piste (Fonte: MITRE) negli Scenari Futuri

Pista	Giorno		Notte	
	Arrivi	Partenze	Arrivi	Partenze
<i>Scenario medio</i>				
17L	0	0	0	3
17R	0	1	0	64
35L	24	47	66	0
35R	40	16	0	23
35New	36	36	34	10
<i>Scenario di picco</i>				
17L	0	0	0	0
17R	0	1	0	54
35L	20	36	66	0
35R	44	28	0	31
35New	36	36	34	15

Inoltre, come sopra ricordato, MITRE ha previsto per lo scenario futuro la sostituzione dei modelli più vecchi di aeromobili con modelli più nuovi e più silenziosi:

- 737-300, 737-400 e 737-500 sostituiti con 737-800;
- MD-80, MD-81, MD-82, MD-83 e MD-87 sostituiti con A320;
- 747-200 sostituiti con 777-200;
- 757-200 sostituiti con A321;
- 727-100 sostituiti con A320.

Scenario Mediato sulle tre Settimane di Maggior Traffico

La *Figura 5.6.3a* riporta i risultati delle simulazioni relative allo scenario mediato nello scenario futuro.

L'analisi della Figura mostra che:

- nella zona residenziale a nord dell'aeroporto i livelli sonori non sono peggiorativi rispetto alla situazione attuale. L'effetto dell'aumentato traffico, infatti, è mitigato dalla redistribuzione dei voli su tre piste;
- a sud dell'aeroporto, si registra solo un peggioramento in una piccola frazione di Tornavento Nuovo, che rientra all'interno dell'isofonica a 65 dB(A).

Per maggior chiarezza, la *Figura 5.6.3b* riporta il confronto delle isofoniche a 60 e 65 dB(A) tra lo scenario attuale e lo scenario futuro.

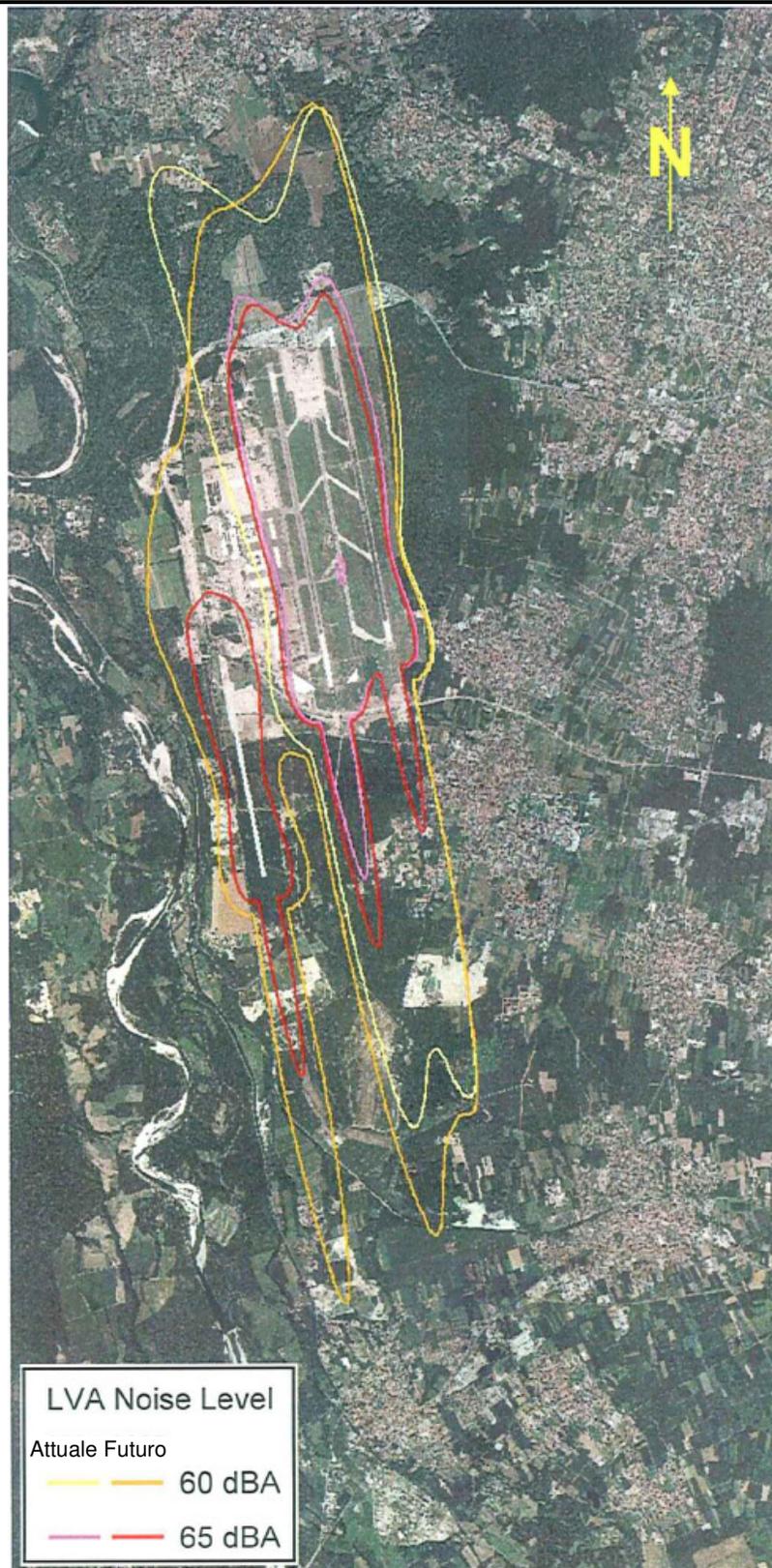
Figura 5.6.3a

Scenario Mediato: Risultati delle Simulazioni Scenario Futuro - Fonte:
Studio MITRE



Figura 5.6.3b

Confronto Scenario Mediato: Risultati Scenari Attuale e Futuro - Fonte: Studio MITRE



Scenario di Picco

La *Figura 5.6.3c* riporta i risultati delle simulazioni relative allo scenario di picco nello scenario futuro.

Come precedentemente affermato, tale scenario deve essere assunto come scenario di riferimento per la valutazione dell'impatto sulla componente rumore derivante dall'esercizio dell'aeroporto intercontinentale di Malpensa all'entrata a regime degli interventi previsti dal *Nuovo Master Plan Aeroportuale*.

L'analisi della Figura mostra che:

- nella zona residenziale a nord dell'aeroporto i livelli sonori sono leggermente migliorativi rispetto alla situazione attuale, anche se l'esposizione al rumore riguarda aree diverse;
- a sud dell'aeroporto, si registra un lieve aumento dell'esposizione al rumore in una frazione del comune di Lonate Pozzolo ed una piccola frazione di Tornavento Nuovo rientra all'interno dell'isofonica a 65 dB(A).

Per maggior chiarezza, la *Figura 5.6.3d* riporta il confronto delle isofoniche a 60 e 65 dB(A) tra lo scenario attuale e lo scenario futuro.

L'esame di tale figura evidenzia che il settore sud orientale dell'abitato di Somma Lombardo, interessato nelle simulazioni relative alla situazione attuale da valori superiori a 60 dB(A), nello scenario di progetto di picco risulta esterno a tale isofonica, grazie all'utilizzo della terza pista che trasferisce tali impatti in aree non abitate.

Si precisa, comunque, che i risultati associati ad un giorno di picco sono fortemente dipendenti dal giorno selezionato e dalla distribuzione dei voli (in particolare sulle diverse piste) in quel giorno. L'analisi, invece, di un giorno mediato riduce le variazioni giornaliere e consente una valutazione più bilanciata della tipica esposizione al rumore.

Per tale motivo, qualora si consideri – come scenario di riferimento ai fini delle necessità di mitigazione – la situazione relativa alla giornata di picco, le conseguenti valutazioni risulteranno sicuramente cautelative in termini di salvaguardia del territorio.

Figura 5.6.3c

Scenario di Picco: Risultati delle Simulazioni Scenario Futuro - Fonte: Studio MITRE

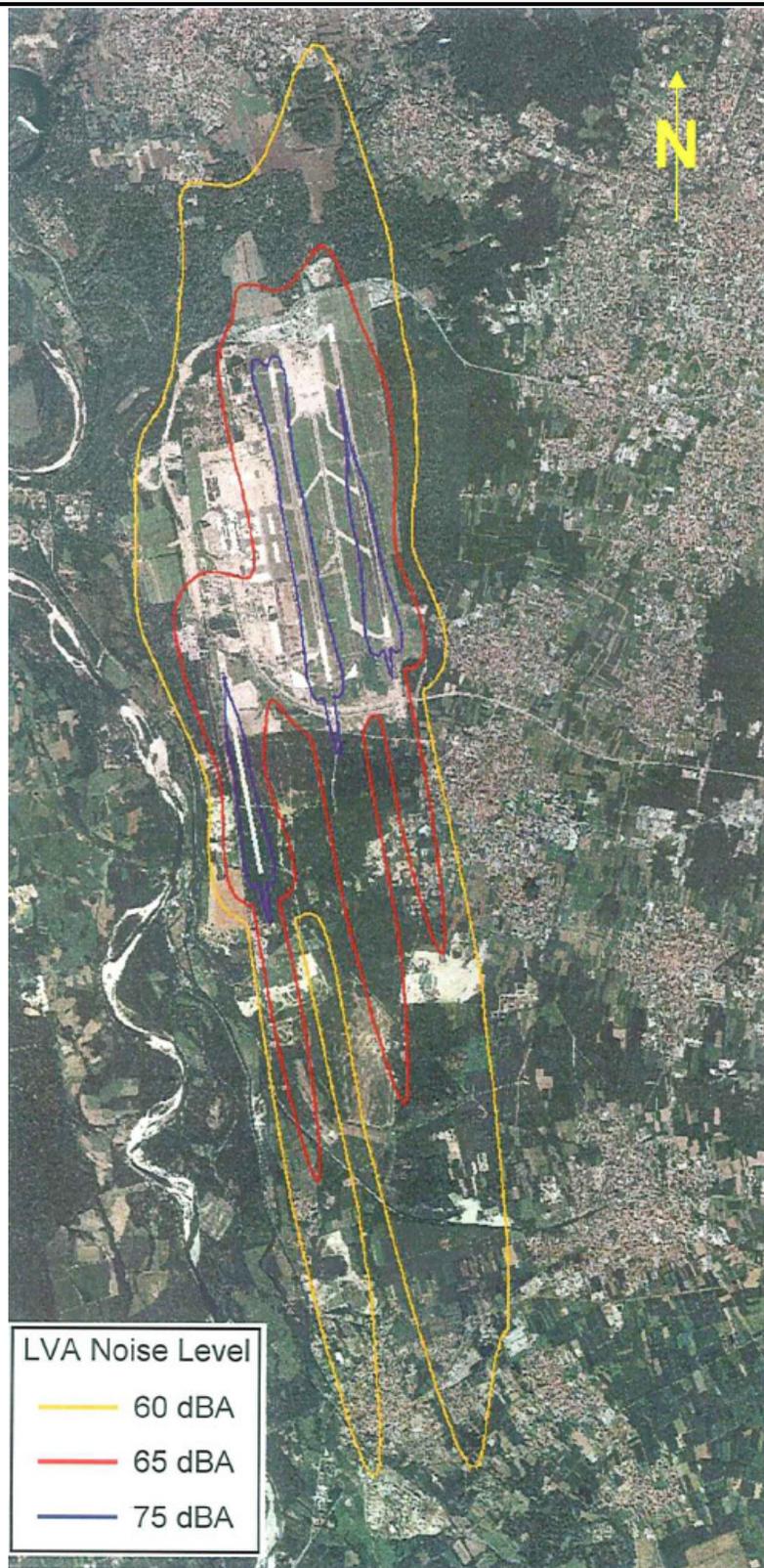
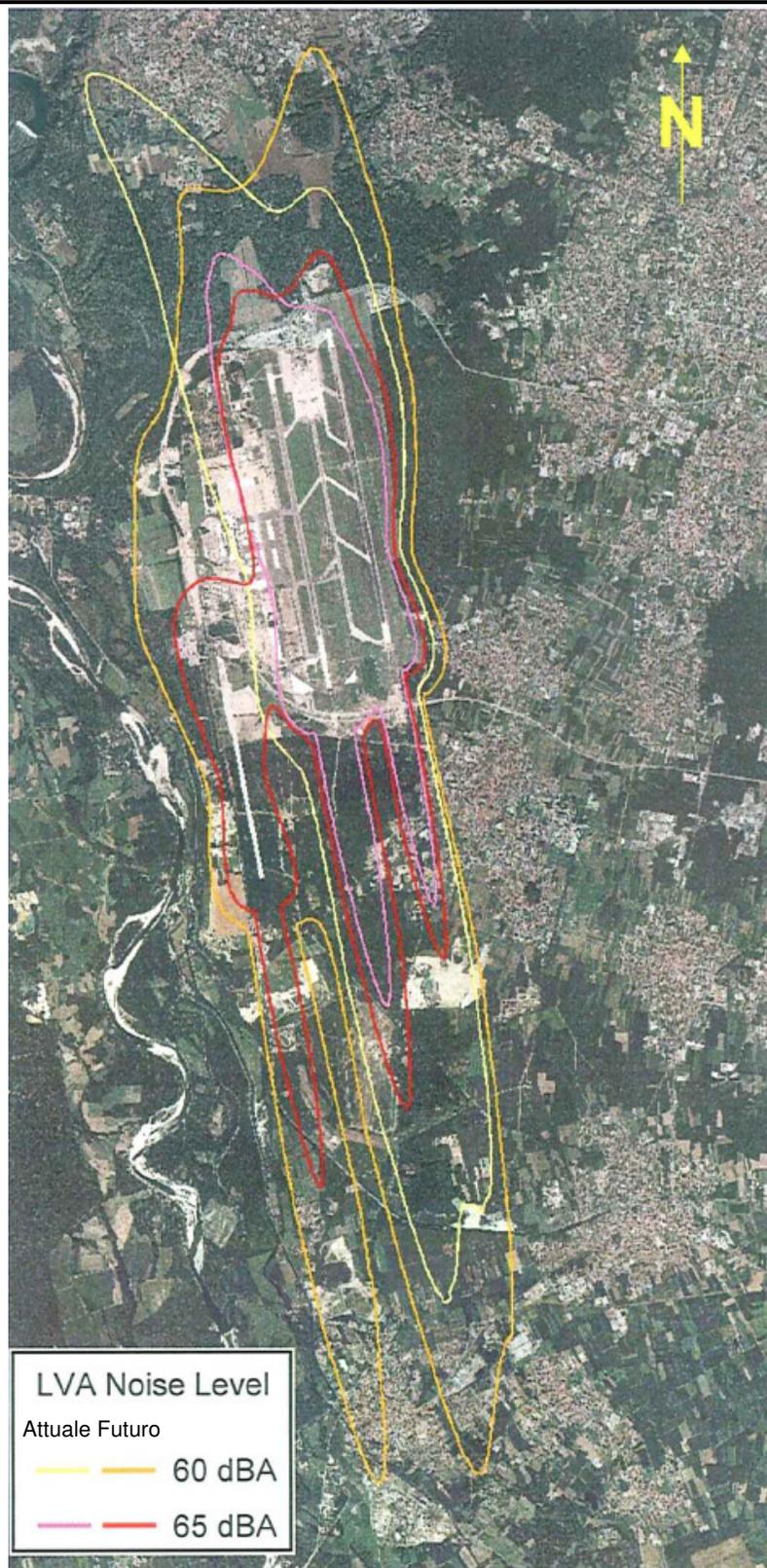


Figura 5.6.3d

Confronto Scenario di Picco: Risultati Scenari Attuale e Futuro - Fonte: Studio MITRE



Conclusioni

In entrambi gli scenari simulati, il livello di esposizione al rumore per le aree residenziali a nord dell'aeroporto risulta sostanzialmente invariato nello scenario futuro rispetto allo scenario relativo situazione attuale. La ridistribuzione dei voli su tre piste, infatti, consente di compensare l'effetto derivante dell'aumento del traffico aereo.

A sud dell'aeroporto, invece, si registra un lieve aumento dell'esposizione al rumore in una frazione del comune di Lonate Pozzolo ed una piccola frazione di Tornavento rientra all'interno dell'isofonica a 65 dB(A).

Si può quindi concludere che, nonostante il notevole incremento del traffico previsto nello scenario futuro, l'impatto rilevante sulle aree residenziali (>65 dB(A)) nelle vicinanze dell'aeroporto è contenuto ai livelli attuali, ad eccezione della frazione di Tornavento Nuovo, di cui il progetto prevede la rilocalizzazione.

Si ribadisce, inoltre, come anche precisato nello studio MITRE, che i risultati sopra riportati sono validi per i livelli di traffico ipotizzati, indipendentemente dall'anno in cui si verificheranno tali livelli.

Infine, è opportuno sottolineare che, dal momento che oggi non è possibile prevedere dove arriverà in futuro l'evoluzione tecnologica, non è da escludere che in futuro potranno esistere aeromobili ancora più silenziosi rispetto a quelli ipotizzati nelle simulazioni MITRE, comportando quindi un impatto acustico minore.

Infine va considerato che la situazione di impatto sulla componente rumore attesa nel 2015 in occasione dell'evento EXPO 2015 sarà sostanzialmente identica a quella presentata nel *Paragrafo 4.7.4* relativamente alla situazione attuale al 2007: infatti gli studi sullo sviluppo del traffico aereo effettuati dal Gruppo CLAS evidenziano che nel 2015 l'aeroporto di Malpensa raggiungerà i livelli di traffico rilevati nel 2007.

5.7 *RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI*

Il Nuovo Master Plan Aeroportuale dell'aeroporto intercontinentale di Malpensa non prevede la realizzazione di alcun intervento con effetti prevedibili sulla componente al di fuori del sedime aeroportuale.

Per quanto riguarda le sorgenti di radiazioni ionizzanti (apparecchiature radiogene utilizzate per il controllo dei bagagli, delle merci e dei passeggeri, i colli radioattivi e gli strumenti per la rivelazione di esplosivi), le nuove apparecchiature che potranno essere installate presenteranno le medesime caratteristiche di quelle già operanti in aeroporto, che sono sottoposte a costante controllo e monitoraggio, e, sulla base dell'esperienza operativa, non determineranno alcun impatto significativo anche in futuro.

Per quanto riguarda le sorgenti di radiazioni non ionizzanti (radar per il controllo del traffico aereo; ripetitori telefonici; ripetitori radio; cavi interrati a media/alta tensione; trasformatori), non sono previsti interventi significativi per la loro modifica, in quanto le rete infrastrutturali esistenti saranno estese nell'area di espansione dell'aeroporto, mantenendo le medesime caratteristiche delle dotazioni attuali, che non producono alcun effetto significativo sullo stato qualitativo della componente sia all'interno del sedime che al suo esterno.

Inoltre non sono previsti interventi all'esterno del sedime aeroportuale, dunque non sono da attendersi impatti significativi a carico della componente.

SEA comunque continuerà ad applicare le pratiche di monitoraggio ambientale che ha già in atto per la sorveglianza delle emissioni sulla componente, sia sulle sorgenti di radiazioni ionizzanti che su quelle di radiazioni non ionizzanti.

5.8

PAESAGGIO

La valutazione degli impatti sulla componente Paesaggio, considera la realizzazione della terza pista, delle strutture ad essa collegate e della nuova area logistica che sarà posta nella zona sud del sedime aeroportuale.

Tale valutazione è stata effettuata mettendo in relazione il grado di incidenza dell'aeroporto esistente e delle relative modifiche con la sensibilità paesaggistica dei luoghi descritta al *Paragrafo 4.9*.

I criteri considerati per la determinazione del *Grado di Incidenza Paesaggistica* dell'intervento in oggetto sono riportati nella *Tabella* seguente e descritti nel successivo *Paragrafo*.

Tabella 5.8a

Criteri per la Determinazione del Grado di Incidenza Paesaggistica del Progetto

Criterio di Valutazione	Parametri di Valutazione
<i>Incidenza morfologica e tipologica</i>	<ul style="list-style-type: none"> conservazione o alterazione dei caratteri morfologici del luogo adozione di tipologie costruttive più o meno affini a quelle presenti nell'intorno per le medesime destinazioni funzionali conservazione o alterazione della continuità delle relazioni tra elementi storico-culturali o tra elementi naturalistici
<i>Incidenza visiva</i>	<ul style="list-style-type: none"> ingombro visivo occultamento di visuali rilevanti prospetto su spazi pubblici
<i>Incidenza simbolica</i>	<ul style="list-style-type: none"> capacità dell'immagine progettuale di rapportarsi convenientemente con i valori simbolici attribuiti dalla comunità locale al luogo (importanza dei segni e del loro significato)

5.8.1

Elementi Progettuali

5.8.1.1

Considerazioni Generali

Le interferenze paesaggistiche determinate dalla realizzazione del nuovo *Master Plan Aeroportuale* sono principalmente determinate dall'occupazione di suolo necessaria alla realizzazione della terza pista, con le relative apparecchiature e servitù, dallo sviluppo dell'area cargo e del Parco Logistico, dallo sviluppo dell'area di manutenzione e supporto a nord-ovest del sedime.

Tali interventi interesseranno una zona ubicata a sud dell'attuale sedime aeroportuale, attualmente prevalentemente occupata da aree boscate, ed alcune aree private (Tornavento Nuovo).

Un'altra area direttamente interessata dalle realizzazioni previste nel *Master Plan* è la porzione della frazione di Case Nuove di Somma Lombardo che si incunea all'interno del sedime aeroportuale e presenta un'estensione di circa 13 ha: quest'area si prevede che venga parzialmente inglobata nel sedime

aeroportuale e vi si prevede l'insediamento di attività di manutenzione e di ricovero dei mezzi di rampa.

Per completare il quadro delle aree di espansione previste dal Master Plan si devono considerare anche alcune aree private, ad est dell'attuale sedime aeroportuale, in territorio del comune di Ferno, attualmente caratterizzate dalla presenza di bosco. L'acquisizione di tali aree consegue alla vicinanza delle aree "sensibili" su cui sono localizzate alcune apparecchiature per l'assistenza al volo.

Di seguito si riporta una sintesi delle principali opere previste, per maggiori dettagli si rimanda comunque al Quadro di Riferimento Progettuale.

5.8.1.2 *Caratteristiche delle Opere Previste dal Progetto*

La futura configurazione dell'aeroporto di Malpensa si basa su un sistema di tre piste tra loro parallele. Alle due piste esistenti (35L/17R e 35R/17L), distanti tra loro circa 808 m, si aggiunge una terza pista nella zona sud-ovest del sedime, parallela alle precedenti e con asse posto 1.210 m ad ovest di quello della pista esistente 35L/17R. In concomitanza con la realizzazione della terza pista, il *Nuovo Master Plan Aeroportuale* individua la realizzazione delle seguenti strutture per implementare principalmente le infrastrutture di volo, le aree passeggeri e l'area cargo con logistica annessa.

Infrastrutture di Volo

Tra le infrastrutture di volo (piste di volo, sistema delle vie di rullaggio, piazzali aeromobili con le relative attrezzature ed impianti) lo sviluppo principale sarà riferibile alla realizzazione della nuova pista che avrà una lunghezza di 2.400 m e della relativa via di rullaggio parallela (*taxiway*), che occuperanno un'area a sud dell'attuale sedime aeroportuale. Le restanti modifiche previste alle infrastrutture di volo saranno interne all'attuale sedime

Aree Passeggeri

Il progetto prevede:

- la realizzazione di un nuovo satellite nell'area compresa tra le due piste esistenti, da utilizzare come nuova area terminal e passeggeri, che sarà collegato con il sistema infrastrutturale, con il Terminal 1 esistente e con i sistemi di accesso all'aeroporto;
- un ampliamento verso sud del Terminal 1, a servizio del nuovo satellite interpista;
- la ristrutturazione e la ricostruzione dell'esistente Terminal 2.

La Tabella seguente riassume le superfici previste per le varie funzioni nell'estensione sud del Terminal 1 e nel nuovo satellite interpista.

Tabella 5.8.1.2a *Superfici Indicative dell'Estensione sud del Terminal 1 e del Satellite Interpista*

Terminal component	Space [sqm] per PHP	Total Area [sqm]	in T1 extension [sqm]	in MST [sqm]
Ticket lobby	2,5	23.750	23.750	
Baggage claim	1,75	16.600	16.600	
Departure lounge	2,25	21.375		21.375
Waiting rooms	2,25	21.375		21.375
Immigration / Security	1,5	14.300	11.000	3.300
Customs, Police	1	9.500	10.500	
Amenities	5	47.500	13.650	33.850
Operation, BHS, Technik	9	85.600	39.500	46.100
Total area:		240.000	115.000	126.000

La nuova struttura interpista, con funzioni di Terminal, sarà composta da un cilindro centrale e da due moli della lunghezza di circa 400 m ciascuno, che si sviluppano a nord e a sud del corpo centrale e presenterà tre piani fuori terra.

L'estensione del Terminal 1 avrà le medesime altezze (tre piani fuori terra) e lo stesso schema distributivo che caratterizza la parte esistente dell'aerostazione; esso si estenderà verso sud.

In prossimità del Terminal 1 è prevista la realizzazione di nuove aree parcheggio che si uniranno a quelle esistenti ed in particolare è prevista la realizzazione di:

- parcheggio principale ovest: 72.500 m²;
- parcheggio taxi: 8.700 m²;
- parcheggio multipiano (sosta breve): 21.900 m² per piano.

La Tabella seguente riassume le superfici previste per il nuovo Terminal 2, di altezza pari a 3 piani fuori terra.

Tabella 5.8.1.2b *Superfici Indicative del nuovo Terminal 2*

Terminal component	Space [sqm] per PHP	Total Areas T2 [sqm]
Ticket lobby	1,25	7.500
Baggage claim	1	6.000
Departure lounge	1,25	7.500
Waiting rooms	1,25	7.500
Immigration / Security	1,25	7.500
Customs, Police	1	6.000
Amenities	1,5	9.000
Operation, BHS, Technik	4	24.000
Total area:		75.000

In diretta connessione con lo sviluppo della viabilità di accesso al Terminal 2, è prevista la realizzazione dei seguenti nuovi spazi per parcheggio, che integrano le aree già presenti a nord dell'attuale pista 35L/17R, per uffici amministrativi e per attività commerciali:

- Parcheggio a breve termine: 6.500 m²;
- Parcheggio a medio termine: 7.000 m²;
- Spazi commerciali: 2 x 2.600 m²;
- Uffici amministrativi: 8.300 m².

Area Cargo e Logistica

L'area cargo si amplierà, oltre che all'interno del sedime aeroportuale in continuità con le esistenti infrastrutture cargo, nell'area ad est della terza pista, con nuovi piazzali di sosta per i velivoli all-cargo, nuovi magazzini "di prima linea" ed un'immediata connessione con il retrostante "parco logistico" che comprende sistemi di collegamento viario e ferroviario, ampie aree di sviluppo per attività di supporto e complementari, ecc.

Nella Tabella seguente si riportano le superfici occupate dalla futura area cargo.

Tabella 5.8. 1.2c *Superfici Indicative e Capacità della Futura Area Cargo*

Cargo Complex	Space [sqm]	Capacity [million annual tons]
Existing Warehouses	44.000	550.000
Warehouses 1st extension	35.000	350.000
Warehouses 2nd extension	60.000	600.000
Total:	139.000	1.500.000

In prossimità dei sopra descritti magazzini, che costituiscono l'interfaccia diretto tra le operazioni cargo "lato terra" e "lato aria", il Nuovo Master Plan aeroportuale prevede la realizzazione di un vasto "Parco Logistico" in cui potranno insediarsi numerosi altri edifici più o meno direttamente correlati al trasporto merci, per una superficie complessiva costruita di ca. 200.000 m². La realizzazione di questo parco sarà correlata all'evoluzione del mercato.

5.8.2 *Incidenza Paesaggistica dell'Opera*

L'incidenza paesaggistica dell'opera è stata valutata in modo qualitativo considerando la presenza nell'*Area di Studio* di tre *Unità Paesaggistiche* distinte, così deducibili dalla descrizione dello stato attuale del paesaggio §4.9.6:

- Unità Paesaggistica (1) delle "Colline Moreniche", poste a nord del sedime aeroportuale;

- Unità Paesaggistica (2) delle “Aree Limitrofe al Fiume Ticino”, ad est dell’aeroporto;
- Unità Paesaggistica (3) delle “Aree Agricole Frammiste al Tessuto Urbanizzato (conurbazione del Sempione), a sud dell’infrastruttura.

Al fine di individuare le interferenze apportate dall’opera sul paesaggio si è proceduto ad una analisi della incidenza paesaggistica per ogni singola Unità, applicando i criteri di valutazione esposti in *Tabella 5.8a*.

La valutazione degli impatti sulla componente paesaggio è stata inoltre integrata attraverso l’analisi della intervisibilità delle opere previste, in rapporto agli elementi di tutela esistenti, rispetto ai quali le pressioni si ritiene possano essere più significative.

5.8.2.1 *Unità Paesaggistica - Colline Moreniche*

Incidenza Morfologica e Tipologica

L’Unità Paesaggistica delle “Colline Moreniche” individua il settore settentrionale, oltre la linea del Sempione, dove il paesaggio collinare è caratterizzato da aree boscate intervallata ad aree agricole. La zona nord, Somma Lombardo (VA) ed Arsago Seprio (VA), rappresenta, dal punto di vista morfologico e naturalistico, un ambito di rilevante valore, caratterizzato da ampie fasce boscate e da un sistema idrogeologico particolarmente fragile.

Gli interventi previsti dal *Nuovo Master Plan Aeroportuale* non prevedono un’espansione a nord e quindi non interesseranno direttamente tali aree. Per tale ragione si esclude un’alterazione delle caratteristiche morfologiche dei luoghi.

Per il medesimo motivo, il progetto non modifica le tipologie costruttive presenti all’interno dell’unità paesaggistica e non altera la relazione tra gli elementi storico culturali o tra gli elementi naturalistici presenti nell’unità paesaggistica.

Per quanto appena riportato si ritiene l’incidenza della realizzazione del progetto sulla morfologia dell’Unità Paesaggistica come *Bassa*.

Incidenza Visiva

I nuovi edifici previsti dal Master Plan che possono interferire con la “visuale” sono il nuovo satellite tra le due piste, il nuovo Terminal 2, l’edificio di ampliamento del Terminal 1 e le strutture della nuova area Cargo. I nuovi edifici saranno costruiti all’interno dell’attuale sedime aeroportuale e nell’area di espansione a sud dell’aeroporto e presenteranno, per ovvi motivi di vincolo aeroportuale, altezza uguale, se non inferiore, a quella degli edifici attualmente presenti.

Considerando che allo stato attuale le strutture aeroportuali non sono visibili dall'area collinare a nord del Sempione per la presenza di aree boscate che limitano ulteriormente la visione all'orizzonte, si ritiene che non ci sia un incremento dell'incidenza in questa unità.

Come ulteriore approfondimento si rimanda al *Paragrafo 5.8.2.4* in cui è stata valutata l'intervisibilità dell'opera.

Concludendo data l'altezza prevista per i nuovi edifici e la loro localizzazione si ritiene che le nuove strutture aeroportuali non determineranno né un particolare ingombro percettivo né occulteranno visuali di rilievo.

In considerazione di ciò l'incidenza sull'Unità delle Colline Moreniche è da considerarsi *Bassa*.

Incidenza Simbolica

Nell'Unità Paesaggistica delle colline moreniche i valori simbolici dell'area, oltre che dalle caratteristiche geomorfologiche e naturali, sono dati dalla presenza di numerose cascate e di siti archeologici riferibili alla civiltà di Golosecca. In particolare nell'*Area di Studio* le aree e i siti di interesse archeologico sono collocati nei comuni di Casorate Sempione, Cardano al Campo, Oleggio, tutti ad una distanza superiore ad 1 km dal sedime aeroportuale.

Come già riportato al punto precedente, le nuove strutture si svilupperanno nell'area a sud del sedime aeroportuale o all'interno dello stesso. In considerazione di ciò e della localizzazione delle aree di interesse simbolico presenti nell'Unità delle Colline Moreniche, si ritiene che la realizzazione delle strutture previste nel Master Plan non potranno interferire con la componente simbolica dell'area.

In considerazione di ciò l'incidenza sull'Unità delle Colline Moreniche è da considerarsi *Bassa*.

5.8.2.2 Unità Paesaggistica – Fiume Ticino

Incidenza Morfologica e Tipologica

Tale Unità Paesaggistica, che si estende parte nel territorio della regione Lombardia e parte in quello della regione Piemonte, include le aree direttamente caratterizzate dalla presenza del Fiume Ticino e del suo Parco, quali le sponde e i territori del primo terrazzo fluviale. Nella parte settentrionale, della presente Unità, non sono ricomprese le aree del territorio Lombardo che rientrano nella sopra descritta 'Unità delle "Colline

Moreniche” (a Nord della direttrice del Sempione) e nell’Unità “Pianura Agricola/Urbanizzata” (tra la direttrice del Sempione e il sedime aeroportuale), descritta nel paragrafo successivo..

In generale sia la sponda orientale che quella occidentale del fiume Ticino presentano un paesaggio naturale caratterizzato dalla successione della vegetazione dalle fasce ripariali ai boschi di latifoglie.

I nuovi edifici si espanderanno verso sud lambendo l’Unità Paesaggistica, ma non interessandola direttamente, quindi senza arrecare alterazione alla morfologia dell’area e senza alterare la continuità tra elementi storico culturali e naturali.

Per tale ragione si ritiene che l’incidenza tipologica e morfologica dei nuovi interventi sull’Unità Paesaggistica “Fiume Ticino” sia da considerarsi *Bassa*.

Incidenza Visiva

Le strutture che potranno determinare un’ incidenza visiva sull’area sono rappresentate dagli edifici dell’area cargo e della logistica annessa. La loro altezza massima sarà la medesima degli edifici esistenti.

Dalle caratteristiche progettuali dei nuovi edifici e dalla valutazione di quelli esistenti si può ragionevolmente ritenere che le nuove strutture non saranno visibili dalla sponda piemontese del fiume Ticino. A conferma di ciò si veda la carta delle intervisibilità (*Figura 5.8.2.4a*), elaborata per valutare entro quali distanze le future strutture aeroportuali saranno visibili.

I punti da cui l’opera sarà maggiormente visibile saranno la zona prossima all’abitato di Tornavento, dove la vicinanza dei nuovi edifici e delle nuove strutture determineranno un nuovo ingombro visivo. Si tratta tuttavia di un territorio pianeggiante in cui la vegetazione non consente la percezione panoramica dell’insieme dei manufatti.

Infine si escludono interferenze con i punti di visuale panoramica collocati a ridosso dei percorsi di interesse paesaggistico individuati dal PTPR lombardo, in quanto tutti rivolti verso il canale Villoresi e il fondovalle del fiume Ticino.

Per le ragioni sopra esposte l’incidenza visiva sull’unità oggetto di studio è ritenuta *Medio Bassa*.

Incidenza Simbolica

L’elemento di importanza simbolica principale in questa unità paesaggistica è il fiume Ticino con le sue aree di interesse naturalistico per lo più collocate nel fondovalle.

Nello specifico nell'area piemontese la componente simbolica è anche caratterizzata dalla presenza di elementi storico - naturalistici quali: le aree agricole della fascia collinare, i terrazzi morenici, le aree boscate lungo la sponda del fiume, in cui si rilevano architetture religiose romaniche e resti di edifici fortificati, mentre, nell'area lombarda, si segnala la presenza del Canale Villoresi e i nucleo storici di Tornavento e Vizzola Ticino. Si tratta di elementi strettamente connessi alla presenza del corso d'acqua e con esso in stretto rapporto.

In considerazione dell'incidenza visiva delle opere, legata all'ubicazione delle stesse e alle dimensioni delle aree occupate dal progetto, non si ritiene di essere in presenza di modifiche significative della componente simbolica del paesaggio, anche nell'area prossima all'abitato di Tornavento.

Dunque si ritiene che l'incidenza sulla componente simbolica sia da stimarsi *Medio Bassa*.

5.8.2.3 **Unità Paesaggistica – Pianura Agricola/Urbanizzata**

Incidenza Morfologica e Tipologica

In tale Unità prevalgono insediamenti residenziali frammisti ad aree agricole ed industriali. In questa Unità è compreso il territorio lombardo, limitato a nord dagli abitati di Somma Lombardo e Casorate, a est dal continuum residenziale dei comuni di Gallarate, Ferno e Lonate Pozzolo. Nel complesso si tratta di una fascia di territorio in cui si concentrano estesi interventi antropici quali insediamenti urbanizzati, reti infrastrutturali, manufatti per lo sfruttamento idrico, discariche, cave e derivazioni irrigue. Nell'area è ricompreso anche il sedime aeroportuale, le cui aree limitrofe sono caratterizzate dalla presenza di brughiere e da formazioni arboree dominate da essenze alloctone infestanti (robinia, prugnolo).

Dal progetto si evince che le nuove infrastrutture aeroportuali (terza pista e area cargo) si espanderanno verso sud occupando un'area di circa 330 ha, attualmente occupata da elementi naturali quali brughiera e formazioni arboree dominate da essenze alloctone e dal centro abitato di Tornavento Nuovo. Tali interventi, pur interessando una parte limitata dell'Unità Paesaggistica e pur adottando tipologie costruttive affini a quelle aeroportuali già esistenti, vengono a determinare localmente una alterazione sia dei caratteri morfologici, sia della continuità delle relazioni tra elementi naturali.

Per tali ragioni l'incidenza morfologica delle nuove strutture sull'area è da considerarsi *Alta*.

Incidenza Visiva

L'incidenza visiva dell'opera, principalmente data dalla realizzazione dell'area cargo e della logistica annessa, risulterà visibile dalla periferia Ovest dell'abitato di Lonate Pozzolo, da cui la visione verso il Parco Ticino sarà occlusa.

Dal centro abitato di Ferno non si prevedono sostanziali interferenze visive rispetto allo stato attuale, in cui l'aeroporto si configura come un ampio spazio aperto sottratto all'espansione urbana.

In considerazione di quanto sopra esposto si ritiene che l'incidenza visiva del progetto sia da considerarsi *Medio Alta*.

Incidenza Simbolica

Il territorio dell'unità paesaggistica, escludendo la Chiesa di Santa Maria Assunta localizzata alla periferia di Ferno, non presenta testimonianze storico-culturali in grado di attribuire particolare valore simbolico all'Unità.

In ragione di ciò la realizzazione dell'area cargo e delle logistiche annesse non andranno ad alterare in modo significativo la percezione simbolica della popolazione sull'area. Tuttavia i nuovi interventi andranno ad interferire con un'area dove la percezione di naturalità, per quanto alterata, è ancora presente. In considerazione di ciò si ritiene che l'incidenza simbolica sia da stimarsi *Media*.

5.8.2.4 Metodologia di Analisi dell'Impatto Paesaggistico

Ad ulteriore approfondimento delle considerazioni effettuate in precedenza si è voluto valutare, secondo la metodologia di seguito descritta, l'intervisibilità degli interventi in rapporto alle aree a maggior tutela paesaggistica.

La metodologia proposta ha preso come assunto che l'impatto paesaggistico derivi dall'ingombro visivo (intrusione) dovuto alla presenza delle nuove opere.

In tal senso è stata elaborata la "*Carta dell'Intervisibilità*" (Figura 5.8.2.4a), in cui è presentata l'intervisibilità delle opere previste dal Nuovo Master Plan Aeroportuale.

Per l'analisi si è realizzato un modello digitale del terreno con passo 5 m, ottenuto a partire dai dati disponibili presso la Regione Lombardia e la Regione Piemonte (integrazione tra curve di livello e punti quotati).

Si è considerato come area di studio un buffer di 3 km a partire dal sedime aeroportuale.

Tale distanza è stata ritenuta significativa in quanto comprende le aree in cui le nuove opere aeroportuali potranno essere percepite sia in primo piano che visioni di sfondo in grado di esercitare un ruolo predominante dal punto di vista paesaggistico.

Tra gli elementi utilizzati per la realizzazione della Carta di Intervisibilità non è stata presa in considerazione la presenza di barriere, sia naturali (vegetazione) che antropiche (edifici). In particolare, il ruolo di barriera visiva esercitato dalle aree boscate non è stato considerato nel modello digitale del terreno.

La carta dell'intervisibilità, che identifica le aree da cui i manufatti dell'infrastruttura risulteranno visibili, risulta quindi rappresentare uno scenario cautelativo in quanto tiene esclusivamente conto della componente topografica e morfologica dell'area in esame.

L'analisi della carta dell'intervisibilità evidenzia come le aree maggiormente influenzate dall'espansione futura delle strutture aeroportuali siano quelle poste lungo la direttrice nord-sud. La ridotta visibilità calcolata nell'area ad ovest è prevalentemente dovuta all'andamento collinare del terreno e alla presenza della valle del Ticino e dei suoi terrazzi fluviali che possono essere considerati quali barriere morfologiche naturali. A nord la visibilità dell'opera è maggiore a causa della presenza dei rilievi montuosi maggiori che favoriscono la vista d'insieme dell'aeroporto.

La Carta dell'Intervisibilità infine è stata sovrapposta alla Carta dei Vincoli (*Figure 2.4b, 2.4c (da 1 a 4) e 2.4d*) per qualificare la visibilità delle opere previste dal progetto con i punti visuali e paesaggistici più significativi in quanto oggetto di tutela, sia funzionale che fruizione. I principali elementi qualificanti sono costituiti dai centri abitati, dai monumenti isolati, dai punti panoramici e dalle strade panoramiche.

Considerata la distribuzione di tali elementi sul territorio, l'incidenza maggiore del futuro progetto si verificherà nella porzione di territorio corrispondente all'unità paesaggistica del Fiume Ticino, laddove coesistono ambiti caratterizzati da pregio naturalistico e da particolare valore storico testimoniale (*Figure 2.4b, 2.4c (da 1 a 4) e 2.4d*).

In particolare, per valutare le aree a maggior tutela paesaggistica sono stati assegnati pesi ai vincoli presenti nell'area (*Tabella 5.8.2.4a*) corrispondenti al maggior livello di tutela.

Tabella 5.8.2.4a *Sistema di Attribuzione dei Pesi ai Vincoli presenti nell'Area di Studio*

Vincolo Territoriale	Peso Assegnato
Aree Naturali Protette	5
SIC - ZPS	5
Bellezze di Insieme	4
Bellezze Individue	4
Galassini (aree aree di pregio ambientale sottoposte al vincolo della ex legge 1497/1939)	4
Beni Storico Architettonici	3
Beni Archeologici	3
Fasce di Rispetto Fluviale	2
Boschi	2

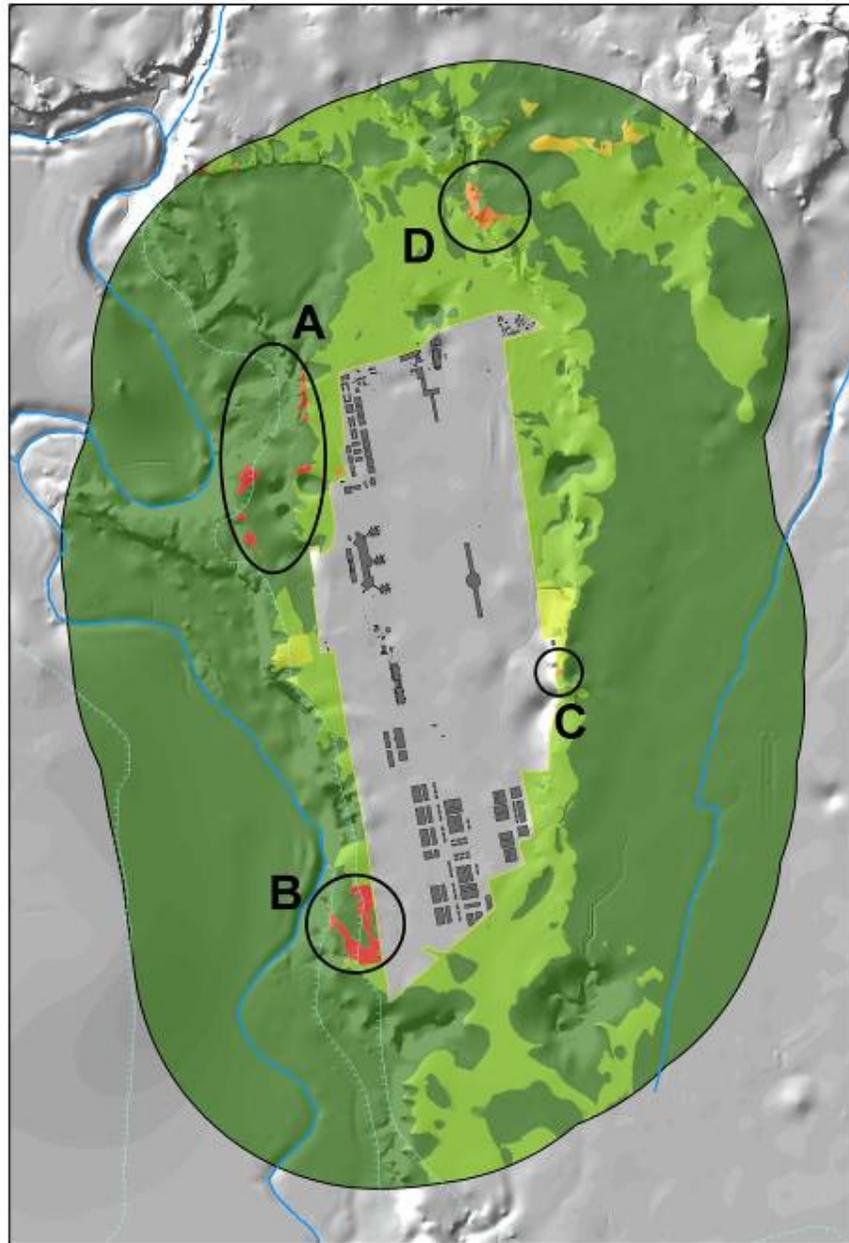
Attraverso l'aggregazione dell'informazione contenuta nella Carta dell'Intervisibilità con la distribuzione dei vincoli sul territorio in esame si è potuto identificare diversi livelli di influenza della struttura aeroportuale sulla fruizione paesaggistica, espressa come incidenza sulla componente vedistica. (Figura 5.8.2.4a).

Sulla base dei vincoli considerati e dei pesi loro assegnati, sono state individuate 6 diverse classi di potenziale incidenza sulla visibilità dei beni sottoposti a tutela:

- Progetto Non Visibile;
- Molto Bassa
- Bassa
- Media
- Medio Alta
- Alta

Dall'analisi della Carta di Incidenza del progetto di sviluppo aeroportuale si individuano quattro diverse aree dell'area di studio per le quali l'incidenza sulla visibilità risulta essere stimata in *medio alta/alta*. In Figura 5.8.2.4b (estratto della Figura 5.8.2.4a) sono individuate tali aree di cui segue una analisi dettagliata sulla base di quanto riportato nello studio dello stato attuale della componente paesaggio (§4.9).

Figura 5.8.2.4b Aree a maggiore Incidenza Visiva Stimata sulla base del Modello Digitale del Terreno



Al fine di validare e confermare quanto emerso dall'analisi dell'intervisibilità e dell'incidenza sulla visibilità dei beni sottoposti a tutela, si è proceduto ad una analisi delle quattro aree sulla base delle informazioni disponibili e supportata da un rilievo fotografico mirato a meglio comprendere la reale incidenza visiva delle opere future.

Nel quadro delineato dalla Carta di Incidenza Visiva, l'unità Paesaggistica maggiormente coinvolta risulta essere quella caratterizzata dalla presenza del Fiume Ticino. In particolare la zona C potrebbe subire una riduzione della fruizione paesaggistica.

Per quanto riguarda la zona "A", essa è caratterizzata dalla presenza di aree di particolare pregio naturalistico inserite all'interno di aree a protezione speciale o appartenenti a siti di interesse comunitario. Il paesaggio è caratterizzato da una copertura boschiva, che comprende zone di brughiera fino ai pioppeti artificiali, che si alterna a colture di cereali, a prati da foraggio. Il paesaggio dominante è quindi quello seminaturale, ricco di boschi e limitati paesaggi rurali. Proprio la presenza di ampie aree boscate (boschi di latifoglie a struttura irregolare o boschi cedui sotto fustaia a copertura fitta) determina una riduzione dell'incidenza visiva del progetto, considerato il ruolo di barriera visiva esercitato dalle medesime. L'incidenza sulla visibilità risulta essere quindi medio-bassa.

La zona "B" è invece posta a sud ovest rispetto al sedime aeroportuale. È localizzata nel comune di Lonate Pozzolo, in prossimità della frazione di Tornavento. L'abitato di Tornavento Vecchia è sottoposto a vincolo storico architettonico. Data la sua collocazione, la morfologia e la presenza di ampie fasce boscate (*Figura 4.9.6a 4 di 4*), il sito non è influenzato dalla realizzazione del Nuovo Master Plan Aeroportuale. A nord del centro abitato si riscontra la presenza di un'area ZPS (*IT2080301-Boschi del Ticino*) (*Figura 5.8.2.4c*) che si sviluppa ad sud- sud ovest-ovest della SS336 caratterizzata da un'ampia fascia di brughiera alternata a bosco. Le aree boscate risultano essere di scarso pregio naturalistico per la presenza di specie alloctone quali, la robinia e il prugnolo tardivo, ma di valore paesaggistico, per la loro funzione di "quinte" mascheranti. Complessivamente l'incidenza sulla visibilità dei beni presenti in tale area risulta essere "Media".

Figura 5.8.2.4c Presenza di Brughiera Frammista ad Aree Boscate



Nel contesto dell'Unità Paesaggistica della Pianura Agricola l'area a maggiore sensibilità corrisponde alla zona "C" riportata in *Figura 5.8.2.4b*.

L'appartenenza alla classe "Alta" di incidenza visiva è determinata dalla presenza nel territorio di Ferno della Chiesa di Santa Maria Assunta, risalente al XII secolo, la cui tutela è disciplinata dal *Decreto Legislativo n. 42 del 2004 e s.m.i.* La Chiesa di Santa Maria Assunta è localizzata in prossimità del confine con il sedime aeroportuale, tuttavia è emerso dal rilievo fotografico come la presenza di vegetazione contribuisce a preservare la fruibilità paesaggistica del bene in oggetto (*Figura 5.8.2.4d*). A seguito del rilievo fotografico e considerata la vicinanza del bene al sito aeroportuale, l'incidenza sulla visibilità di tale elemento risulta essere "Media".

Figura 5.8.2.4d **Barriera Naturale a tutela della incidenza sulla visibilità della Chiesa di Santa Maria Assunta**



Procedendo verso nord, all'interno dell'Unità Paesaggistica delle Colline Moreniche, la carta di Incidenza Visiva ha individuato come area altamente sensibile la zona "D", caratterizzata dalla presenza del sito di interesse archeologico collocato nel comune di Casorate Sempione. L'area, dal punto di vista naturalistico, rappresenta un ambito di rilevante valore, caratterizzato da ampie fasce boscate. Data la distanza del sito archeologico dal sedime aeroportuale e vista la presenza di importanti aree boscate facenti la funzione di barriere visive, l'incidenza visiva dell'opera sul sito archeologico risulta essere "Bassa".

5.8.3 Valutazione del Grado di Impatto Paesaggistico

La metodologia proposta prevede che, a conclusione delle fasi valutative relative alla classe di sensibilità paesaggistica e al grado di incidenza (compresa la valutazione dell'Incidenza Visiva), venga determinato il grado di *Impatto Paesaggistico* dell'opera.

Quest'ultimo è il prodotto del confronto (sintetico e qualitativo) tra il valore della Sensibilità Paesaggistica e l'Incidenza Paesaggistica dei manufatti per ciascuna delle singole unità Paesaggistiche, come riportato nelle seguenti *Tablelle*.

Tabella 5.8.3a *Impatto Paesaggistico – Unità Paesaggistica – "Colline Moreniche"*

Componenti	Sensibilità Paesaggistica	Grado di Incidenza	Impatto Paesaggistico
<i>Morfologica e Tipologica</i>	Media	Basso	Medio basso
<i>Visiva</i>	Medio bassa	Basso	Basso
<i>Simbolica</i>	Medio bassa	Basso	Basso

Tabella 5.8.3b *Impatto Paesaggistico – Unità Paesaggistica – "Fiume Ticino"*

Componenti	Sensibilità Paesaggistica	Grado di Incidenza	Impatto Paesaggistico
<i>Morfologica e Tipologica</i>	Media	Basso	Medio basso
<i>Visiva</i>	Medio bassa	Medio basso	Medio basso
<i>Simbolica</i>	Medio bassa	Medio basso	Medio basso

Tabella 5.8.3c *Impatto Paesaggistico – Unità Paesaggistica – "Pianura Agricola/Industriale"*

Componenti	Sensibilità Paesaggistica	Grado di Incidenza	Impatto Paesaggistico
<i>Morfologica e Tipologica</i>	Media	Alto	Medio alto
<i>Visiva</i>	Medio bassa	Medio alto	Medio
<i>Simbolica</i>	Medio bassa	Medio	Medio basso

In sintesi per la natura e la collocazione dell'intervento si ritiene che non vengano determinati impatti paesaggistici significativi e la modificazione indotta dalla realizzazione delle nuove infrastrutture non arrecherà modificazioni rilevanti ai caratteri dei luoghi.