

Aeroporto "G. D'Annunzio" di Brescia Montichiari Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - Integrazioni



La mobilità ed il rumore stradale RUM-STR-RE-01 Relazione di approfondimento

Indice

1	PREMESSA	3
2	L'ANALISI DEI TRAFFICI VEICOLARI	4
	2.1 Il traffico attuale registrato sulle viabilità di interesse	4
	2.2 Il traffico indotto dall'aeroporto	7
	2.2.1 Il traffico indotto dall'aeroporto – scenario attuale	7
	2.2.2 Il traffico indotto dall'aeroporto – scenario 2030	12
	2.3 Verifica del livello di servizio al 2030 sulle viabilità di riferimento	17
	2.4 Il contributo del traffico indotto dall'aeroporto al 2030 rispetto al traffico attuale circolante sulle viabilità di riferimento	22
	2.5 Conclusioni	23
3	LO STUDIO ACUSTICO STRADALE	24
	3.1 Contenuti e metodologia	24
	3.1.1 Selezione dei temi di approfondimento.....	24
	3.1.2 Metodologia di lavoro utilizzata	24
	3.1.3 Il modello di simulazione SoundPlan 8.2.....	26
	3.2 Il Quadro conoscitivo.....	27
	3.2.1 Classificazione acustica del territorio	27
	3.2.2 Concorsualità delle sorgenti di rumore presenti nel territorio.....	29
	3.2.3 Censimento dei ricettori.....	31
	3.2.4 Indagini fonometriche	32
	3.3 Il clima acustico allo stato attuale.....	34
	3.3.1 Scenari analizzati	34
	3.3.2 Dati di input	34
	3.3.3 Output del modello	38
	3.4 Il clima acustico allo stato 2030	42
	3.4.1 Scenari analizzati	42
	3.4.2 Dati di input	43
	3.4.3 Output del modello	47
	3.5 La verifica del rumore di origine veicolare e l'incidenza del traffico aeroportuale indotto.....	51

1 Premessa

Il presente documento è volto ad approfondire e integrare il tema della mobilità e dell'impatto acustico legato al traffico veicolare di origine aeroportuale a seguito del parere della Regione Lombardia in merito alla Valutazione di Impatto Ambientale del progetto di "PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE 2030 DELL'AEROPORTO G. D'ANNUNZIO DI BRESCIA MONTICHIARI, NEI COMUNI DI MONTICHIARI, CASTENEDOLO E GHEDI" (Deliberazione della Giunta regionale N° XI / 3896 Seduta del 23/11/2020).

L'obiettivo del presente documento è quello di approfondire l'analisi in merito ai flussi di traffico circolanti sulle principali infrastrutture di accessibilità all'aeroporto al fine di valutare il contributo del traffico di origine aeroportuale rispetto al traffico ordinario circolante. Per la verifica delle condizioni «ambientali» connesse all'esercizio aeroportuale, così come indicato dagli Enti, si è eseguita inoltre una verifica del clima acustico sull'asse viario più direttamente interessato dal traffico indotto dall'aeroporto, ovvero la SP37.

Nel prosieguo della trattazione verranno quindi trattate due tematiche tra loro correlate:

- il traffico veicolare: a partire dai dati di traffico veicolare al 2019 forniti dalla Provincia di Brescia è stato possibile studiare il contributo del traffico veicolare di origine aeroportuale sia allo stato attuale che futuro al fine di verificare il livello di servizio dell'infrastruttura in esame e la significatività dello stesso dal punto di vista ambientale.
- lo studio acustico stradale: sono stati valutati i livelli acustici prodotti dal traffico circolante sulla SP37. Preliminarmente alla simulazione modellistica effettuata tramite SoudPlan, è stato effettuato un approfondito censimento dei ricettori, nonché una campagna fonometrica effettuata ad hoc per tale studio nel periodo 15 - 18 marzo 2021.

Alla presente relazione sono allegati i seguenti elaborati:

Codice	Nome Elaborato	Scala
RUM_STR_AL_01	Schede di censimento dei ricettori	-
RUM_STR_AL_02	Rapporto di misura indagine fonometrica e di traffico	-
RUM_STR_AL_03	Tabelle valori acustici sui ricettori	-
RUM_STR_AL_04	Planimetria dei ricettori, fasce di pertinenza acustica e punti di misura	1:5.000
RUM_STR_AL_05	Mappa dei livelli acustici periodo diurno - stato attuale	1:5.000
RUM_STR_AL_06	Mappa dei livelli acustici periodo notturno - stato attuale	1:5.000
RUM_STR_AL_07	Mappa dei livelli acustici periodo diurno - stato di progetto	1:5.000
RUM_STR_AL_08	Mappa dei livelli acustici periodo notturno - stato di progetto	1:5.000

Tabella 1-1 Elaborati allegati al presente studio

I risultati emersi da tali analisi mostrano come il traffico previsto nella configurazione finale del Piano di Sviluppo non determini una modifica del livello di servizio infrastrutturale e come dal punto di vista acustico l'analisi del rumore stradale eseguita abbia messo in risalto che non vi sono emergenze in termini di condizione di esposizione al rumore, con esclusione di 1 ricettore presente in stretta prossimità all'uscita dell'aeroporto e per cui si prevede l'esecuzione di monitoraggi acustici prima ancora di interventi di contenimento.

2 L'analisi dei traffici veicolari

2.1 Il traffico attuale registrato sulle viabilità di interesse

Il sistema di monitoraggio del traffico della Provincia di Brescia è costituito da 47 postazioni localizzate lungo la rete provinciale e statale del territorio provinciale. Di seguito uno stralcio delle diverse stazioni di monitoraggio centrate sull'aeroporto di Brescia Montichiari.



Figura 2-1 Stralcio localizzazione cartografica delle postazioni di monitoraggio del traffico della Provincia di Brescia

Le misurazioni sono effettuate con spire ad induzione magnetica per periodi continuativi di dieci giorni, quattro volte l'anno ad eccezione della postazione della Tangenziale Sud di Brescia, in cui il rilievo è effettuato tutti i giorni, con un sistema a microonde.

In ciascuna sezione, per ciascun senso di marcia e per ogni corsia veicolare i veicoli transitanti sono distinti sulla base della lunghezza in diverse classi.

	Classe di lunghezza	Classificazione veicoli
1	< 2,0 m	motociclo
2	2,0 - 5,0 m	autovettura
3	5,0 - 7,5 m	veicolo commerciale leggero
4	7,5 - 10,0 m	veicolo commerciale pesante
5	10,0 - 12,5 m	autobus
6	12,5 - 16,5 m	autoarticolato
7	16,5 - 19,0 m	autotreno
8	>19,0 m	veicolo eccezionale

Figura 2-2 Classi di lunghezza veicolare

Gli stessi flussi veicolari sono distinti secondo sei classi di velocità.

	Classi di velocità
1	< 30 km/h
2	30 - 50 km/h
3	50 - 70 km/h
4	70 - 90 km/h
5	90 - 110 km/h
6	> 110 km/h

Figura 2-3 Classi di velocità

Stante la finalità dello studio, i dati di traffico forniti dalla Provincia di Brescia fanno riferimento alle 3 postazioni localizzate lungo la SP37, la SS668 e la SS236 prossime all'aeroporto di Montichiari e rappresentative delle principali strade di accesso all'aeroporto.

Si specifica come anche il Raccordo Autostradale Ospitaletto - Montichiari, posto a nord ovest dell'aeroporto e direttamente collegato alla SP37, risulti di interesse per la presente analisi. Non avendo però a disposizione i dati di traffico circolanti attualmente su tale viabilità, nel proseguo della trattazione saranno effettuate esclusivamente considerazioni di tipo qualitativo.

SIGLA STRADA	STRADA	PROG.	COMUNE	CODICE POSTAZIONE
BSSP002	SP 2 URAGO D'OGGIO - ORZINUOVI	20+200	ROCCAFRANCA	BSSP02_01
BSSP004	SP 4 DUE PORTE - PADENGHE	9+575	BEDIZZOLE	BSSP04_01
BSSP005	SP 5 MALEGNO - BORNO - CONF. BERGAMASCO	6+080	OSSIMO	BSSP05_01
BSSP008	SP 8 PIANCOGNO - ESINE - BIENNO	1+050	ESINE	BSSP08_01
BSSP011	SP 11 ORZINUOVI - ACQUAFREDDA	18+800	VEROLANUOVA	BSSP11_01
BSSP019	SP 19 CONCESIO - OSPITALETTO - CAPRIANO D/C	1+850	CONCESIO	BSSP19_01
BSSP019	SP 19 CONCESIO - OSPITALETTO - CAPRIANO D/C	10+880	PADERNO FC	BSSP19_02
BSSP019	SP 19 CONCESIO - OSPITALETTO - CAPRIANO D/C	11+655	PADERNO FC	BSSP19_03
BSSP024	SP 24 CHIAVICHE - CADIMARCO	21+800	ISORELLA	BSSP24_02
BSSP037	SP 37 ISORELLA - FASCIA D'ORO	15+330	MONTICHIARI	BSSP37_01
BSSP064	SP 64 BORGO SAN GIACOMO - GAMBARA	23+060	MILZANO	BSSP64_01
BSSP116	SP 116 VIRLE TREPONTI - VILLANUOVA S/C	53+200	NUVOLENTO	BSSP116_01
BSSPIX	SP IX BRESCIA - QUINZANO	21+100	SAN PAOLO	BSSPIX_02
BSSPIX	SP IX BRESCIA - QUINZANO	32+860	QUINZANO D'OGGIO	BSSPIX_03
BSSPVII	SP VII BAGNOLO MELLA - SENIGA	29+740	PRALBOINO	BSSPVII_02
BSSPVIII	SP VIII LENO - FIESSE	21+580	LENO	BSSPVIII_01
BSSPXI	SP XI ISEO - ROVATO	9+190	ERBUSCO	BSSPXI_01
BSSPEXS11	SPBS 11 PADANA SUPERIORE	204+500	URAGO D'OGGIO	BSSPEXS11_01
BSSPEXS11	SPBS 11 PADANA SUPERIORE	263+770	DESENZANO	BSSPEXS11_06
BSSPEXS11	SPBS 11 PADANA SUPERIORE	272+200	SIRMIONE	BSSPEXS11_07
BSSPEXS11TGOSP	CIRCONVALLAZIONE DI OSPITALETTO		OSPITALETTO	BSSPEXS11_02
BSSPEXS11TS	SPBS 11TS PADANA SUPERIORE "Tangenziale SUD"	18+450	MAZZANO	BSSPEXS11V1_07
BSSPEXS11TS	SPBS 11TS PADANA SUPERIORE "Tangenziale SUD"	7+600	BRESCIA	BSSPEXS11V1_13
BSSPEXS11TS	SPBS 11TS PADANA SUPERIORE "Tangenziale SUD"	7+600	BRESCIA	BSSPEXS11V1_14
BSSPEXS235	SPBS 235 ORCEANA	91+200	TORBOLE CASAGLIA	BSSPEXS235_03
BSSPEXS236b	SPBS 236 GOITISE "Nord"	38+300	MONTICHIARI	BSSPEXS236B_02
BSSPEXS236	SPBS 236 GOITISE	50+200	MONTICHIARI	BSSPEXS236_04
BSSPEXS236	SPBS 236 GOITISE	38+105	MONTICHIARI	BSSPEXS236_01
BSSPEXS237	SPBS 237 DEL CAFFARO	5+650	NAVE	BSSPEXS237_01
BSSPEXS237	SPBS 237 DEL CAFFARO	54+697	BAGOLINO	BSSPEXS237_02
BSSPEXS237D1	SPBS 237 DEL CAFFARO "Variante Valle Sabbia"	9+600	Sabbio Chiese	BSSPEXS237_03
BSSPEXS343	SPBS 343 ASOLANA	65+500	ACQUAFREDDA	BSSPEXS343_01
BSSPEXS345	SPBS 345 DELLE TRE VALLI	8+600	VILLA CARCINA	BSSPEXS345_01
BSSPEXS45B/S	SPBS 45bis GARDESANA OCCIDENTALE	40+400	PONCARALE	BSSPEXS45B_01
BSSPEXS469	SPBS 469 SEBINA OCCIDENTALE	30+000	CAPRIOLO	BSSPEXS469_02
BSSPEXS510	SPBS 510 SEBINA ORIENTALE	4+400	RODENGO SAIANO	BSSPEXS510_01
BSSPEXS510	SPBS 510 SEBINA ORIENTALE	4+400	RODENGO SAIANO	BSSPEXS510_02
BSSPEXS510	SPBS 510 SEBINA ORIENTALE	18+615	ISEO	BSSPEXS510_03
BSSPEXS510V1	SPBS 510quater SEBINA ORIENTALE	20+500	SULZANO	BSSPEXS510V1_01
BSSPEXS567	SPBS 567 DEL BENACO	7+400	LONATO	BSSPEXS567_01
BSSPEXS567	SPBS 567 DEL BENACO	7+400	LONATO	BSSPEXS567_02
BSSPEXS572	SPBS 572 DI SALÒ	17+300	PADENGHE SUL GARDA	BSSPEXS572_02
BSSPEXS573	SPBS 573 L'OGLIESE	15+750	COLOGNE	BSSPEXS573_01
BSSPEXS668	SPBS 668 LENESE	7+145	MONTICHIARI	BSSPEXS668_01
BSSPEXS668	SPBS 668 LENESE	11+780	MONTICHIARI	BSSPEXS668_02
BSSPEXS668	SPBS 668 LENESE	30+080	MANERBIO	BSSPEXS668_03
SS 42	SS 42 DEL TONALE E DELLA MENDOLA	78+000	ESINE	SS42_01
SS 42	SS 42 DEL TONALE E DELLA MENDOLA	120+000	EDOLO	SS42_03
SS 45B/S	SS 45 BIS GARDESANA OCCIDENTALE	105+000	LIMONE S/G	SS45B_03
SS 45B/S	SS 45 BIS GARDESANA OCCIDENTALE	55+104	NUVOLENTO	SS45B_01
SS 45B/S	SS 45 BIS GARDESANA OCCIDENTALE	71+223	SALÒ	SS45B_02

Figura 2-4 Postazioni di interesse

I dati di traffico registrati nel 2019 per ogni postazione sono riportati nella tabella sottostante in termini di traffico giornaliero medio (TGM) distinto per veicoli leggeri e pesanti.

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO 2019			
Viabilità	TGM leggeri (v/gg)	TGM pesanti (v/gg)	TGM Totali (v/gg)
SP37	7.260	1.328	8.588
SS668	9.808	132	9.940
SS236	22.044	3.282	25.326

Tabella 2-1 Dati di traffico bidirezionali registrati nel 2019 dalle postazioni della Provincia di Brescia

Per l'omogeneizzazione delle diverse componenti di traffico, finalizzata al calcolo del livello di servizio della specifica infrastruttura, si è fatto riferimento ai coefficienti di equivalenza Anas. La tabella seguente riporta i traffici nell'ora di punta calcolati in termini di veicoli equivalenti monodirezionali sulle tre infrastrutture in esame.

TRAFFICI ORA DI PUNTA (VEICOLI EQUIVALENTI)	
Viabilità	T ora di punta (v.eq./h)
SP37	390
SS668	230
SS236	745

Tabella 2-2 Dati di traffico ora di punta in veicoli equivalenti monodirezionali registrati nel 2019 dalle postazioni della Provincia di Brescia

2.2 Il traffico indotto dall'aeroporto

2.2.1 Il traffico indotto dall'aeroporto – scenario attuale

Per quantificare il traffico veicolare indotto dall'aeroporto di Brescia Montichiari sulla rete di accessibilità all'aeroporto stesso sono state assunte diverse ipotesi per ogni componente di traffico (traffico passeggeri, traffico addetti e traffico cargo), desumendo il traffico veicolare a partire dal traffico aereo.

I dati di traffico aereo di riferimento sono quelli registrati nel 2019, forniti da Assaeroporti.

Di seguito si riportano gli approfondimenti effettuati e la metodologia utilizzata per la stima del traffico veicolare indotto dall'aeroporto di Brescia Montichiari.

Per il traffico passeggeri le ipotesi assunte sono le seguenti:

- in termini di ripartizione modale si considera che il 5% utilizzano l'autobus ed il 95% le autovetture;
- il load factor per le autovetture è pari a 1,5 persone/auto;
- il load factor per i bus è pari a 20 persone/bus;
- i coefficienti di equivalenza ANAS sono: bus=5; autovetture=1.

Conoscendo il numero di passeggeri registrato al 2019, pari a 17.003, sono stati distinti i passeggeri per i quali si prevede l'utilizzo del mezzo privato da quelli che utilizzeranno il bus. Moltiplicando questi per il load factor rispettivo è stato possibile calcolare il numero di veicoli indotti dall'aeroporto durante l'intero anno di riferimento. Distribuendo il traffico annuo risultante su tutti i 365 giorni è stato stimato il TGM relativo alle autovetture e ai bus. I calcoli effettuati sono riportati nella sottostante tabella.

TRAFFICO PASSEGGERI 2019		
Parametro	Valore	U.d.m.
Passeggeri al 2019	17.003	pax/anno
Passeggeri che utilizzano le autovetture al 2019	16.153	pax/anno
Passeggeri che utilizzano il bus al 2019	850	pax/anno
Autovetture indotte dall'aeroporto al 2019	11.538	veicoli/anno
Bus al 2019	43	bus/anno
Autovetture al giorno	32	veicoli/giorno
Bus al giorno	1	veicoli/giorno

Tabella 2-3 Stima del traffico leggero passeggeri monodirezionale indotto al 2019 dall'aeroporto

Per la stima del traffico veicolare generato dagli addetti aeroportuali, sono stati considerati circa 50 addetti, come definito dal Masterplan. Inoltre, è stato considerato un load factor addetti/auto pari ad 1 ed un utilizzo di auto private da parte degli addetti pari al 100%.

Il TGM sarà pari quindi a 50 veicoli/giorno monodirezionali.

La stima del traffico cargo indotto dall'aeroporto risulta più articolata in quanto dipendente da più fattori, con particolare riferimento alla tipologia di merce trasportata e al servizio aereo connesso. Nel 2019 l'aeroporto di Brescia ha movimentato circa 30.695 tonnellate di merci di cui:

- 8.755 tonnellate di merci;
- 21.940 tonnellate di merci connesse ai servizi postali di Poste Italiane.

Il flusso di traffico merci dipende fortemente dalla tipologia di merci trasportata. Per quanto riguarda il trasporto generale di merci, nella valutazione del traffico stradale si considera una tipologia di mezzi del tipo autoarticolato con portata massima di carico di circa 24 tonnellate. Altresì il trasporto della merce postale da parte di Poste Italiane avviene mediante autocarri leggeri con portata di carico variabile tra le 3 e le 4 tonnellate.

Si assume un load factor pari a 0,7 per tutti i mezzi pesanti, come da ipotesi definite nel Masterplan. Considerando quindi i quantitativi di merci annualmente movimentate dall'aeroporto secondo le due tipologie, la capacità di carico dei mezzi di trasporto e assumendo un load factor pari al 70% si determina il traffico veicolare di origine aeroportuale annuale. È stato poi stimato il TGM, in termini di numero di mezzi pesanti circolanti. I calcoli effettuati sono riportati nella sottostante tabella.

TRAFFICO MERCI 2019		
Parametro	Valore	U.d.m.
Merci totali movimentate al 2019	30.695	t/anno
Merci generali totali movimentate al 2019	8.755	t/anno
Merce postale totale movimentata al 2019	21.940	t/anno
Veicoli merci generali indotti dall'aeroporto al 2019	521	veicoli/anno
Veicoli merce postale indotti dall'aeroporto al 2019	8.955	veicoli/anno
Veicoli pesanti totali indotti dall'aeroporto al 2019	9.476	veicoli/anno
Veicoli pesanti totali al giorno	26	veicoli/giorno

Tabella 2-4 Stima del traffico pesante monodirezionale indotto al 2019 dall'aeroporto

In conclusione, i valori di traffico monodirezionali relativi allo scenario attuale sono riportati nella tabella sottostante.

TRAFFICO EFFETTIVO 2019	
Parametro	TGM (v/gg)
Veicoli leggeri pax	32
Veicoli leggeri addetti	50
Autobus	1
Autocarri merci	26
Traffico totale	109

Tabella 2-5 Stima del TGM monodirezionale indotto dall'aeroporto – scenario attuale

Il traffico indotto così come calcolato in Tabella 2-5 è stato ripartito sui diversi tratti della SP37 che rappresenta la viabilità di accesso all'aeroporto, dalla quale attualmente si può accedere all'aeroporto tramite due ingressi, uno dedicato al traffico passeggeri e l'altro al traffico cargo.

A partire dagli accessi aeroportuali si è ipotizzato che tutti gli autobus, i mezzi pesanti e l'80% del traffico leggero indotto dall'aeroporto interessi le tratte a nord, ovvero quelle che garantiscono il collegamento diretto con le infrastrutture principali, rappresentate dalla A4 e dalla A21, e con Brescia e che solo il 20% del traffico leggero interessi le tratte a sud.

Tratte	TGM leggeri (v/gg)	TGM pesanti (v/gg)
Tratta 1	33	14
Tratta 2	66	27
Tratta 3	16	26
Tratta 4	16	0

Tabella 2-6 Stima del TGM monodirezionale indotto dall'aeroporto allo scenario attuale suddiviso per tratte

TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO ALLO STATO ATTUALE

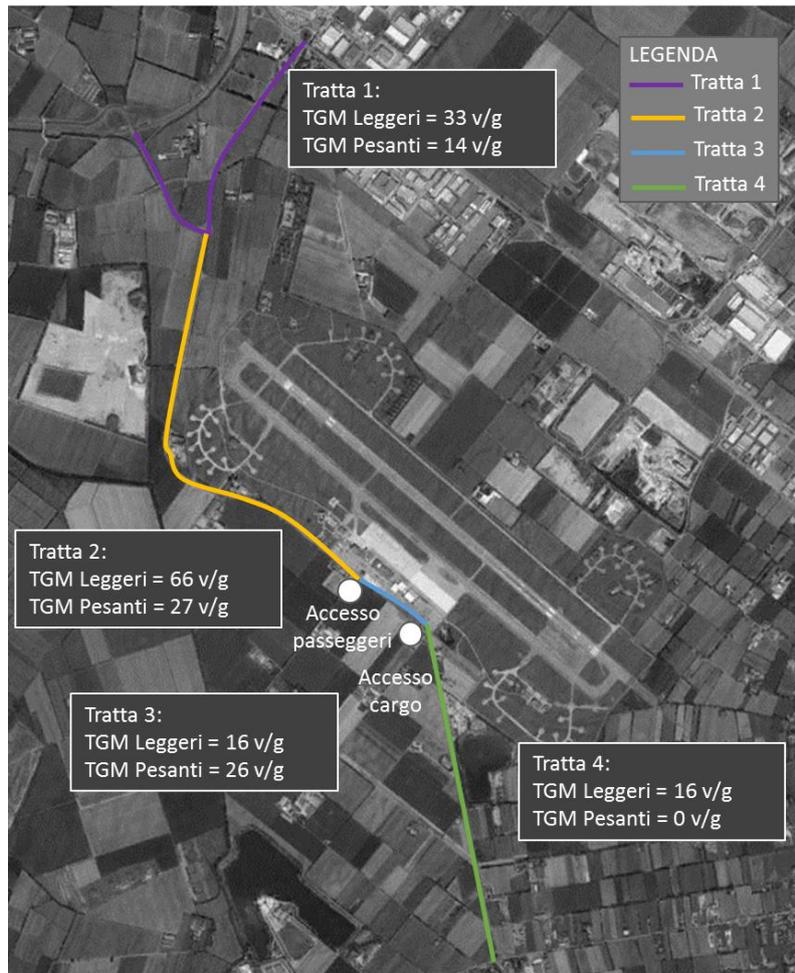


Figura 2-5 Traffico giornaliero medio monodirezionale indotto dall'aeroporto allo stato attuale

Con la finalità di stimare il traffico veicolare dell'ora di punta indotto dall'aeroporto allo stato attuale, il traffico giornaliero medio calcolato è stato distribuito sulle ore del giorno in funzione dell'andamento orario del traffico aereo distinto per le diverse componenti (passeggeri, addetti e merci). Di seguito si riportano alcune considerazioni in merito.

Le due componenti di traffico aereo principali, commerciale passeggeri e cargo, rispetto alla tematica del traffico veicolare indotto si differenziano anche nella loro dinamica di articolazione temporale nelle 24 ore. Il traffico passeggeri risulta essere maggiore nelle ore del giorno con ore di punta che di fatto si possono concentrare nelle fasce mattutine, centrali o serali a seconda dello schedato voli 2019 e quindi della presenza dei velivoli in aeroporto. Il traffico merci è altresì concentrato nel periodo notturno con picchi di traffico generalmente concentrati nella fascia notturna 22-24 o in quella mattutina 4-6, ovvero nei periodi di maggior concentrazione dei movimenti in arrivo/partenza degli aerei cargo.

In ragione di quanto detto risulta evidente come i flussi di traffico nelle ore di punta possano essere considerati in maniera differenziata in virtù degli elementi peculiari del traffico aereo quale elemento di base per la determinazione del traffico veicolare indotto e della conseguente concentrazione dello schedato voli in fasce orarie distinte che, allo stato attuale, possono sovrapporsi.

Per quanto riguarda invece gli addetti i flussi di traffico indotti si articolano in funzione dei due previsti turni di lavoro del giorno e della notte.

Nella tabella seguente sono riportati i flussi orari in entrata e uscita dall'aeroporto allo stato attuale suddivisi in funzione della categoria di traffico.

Ore	CARGO IN	CARGO OUT	PAX IN	PAX OUT	ADDETTI IN	ADDETTI OUT	BUS IN	BUS OUT	TOTALE IN	TOTALE OUT
0-1	8	8	0	0	0	0	0	0	8	8
1-2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
2-3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	25	0	1	0	26	0
7-8	0	0	2	0	0	25	0	0	2	25
8-9	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
9-10	0	0	3	2	0	0	0	0	3	2
10-11	0	0	3	2	0	0	0	0	3	2
11-12	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
12-13	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
13-14	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
14-15	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
15-16	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
16-17	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
17-18	0	0	2	3	0	0	0	0	2	3
18-19	0	0	2	3	0	0	0	0	2	3
19-20	0	0	0	2	25	0	0	0	25	2
20-21	3	0	0	2	0	25	0	1	3	28
21-22	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
22-23	8	3	0	0	0	0	0	0	8	3
23-24	5	3	0	0	0	0	0	0	5	3

Tabella 2-7 Traffico orario attuale suddiviso per categorie e per direzione (entrate e uscite all'aeroporto)

Per facilità di lettura di seguito si riportano i grafici dell'andamento orario dei flussi totali in entrata ed in uscita suddivisi per categoria di traffico, dai quali si evidenzia come per le diverse categorie l'ora di punta allo stato attuale non sia la stessa.

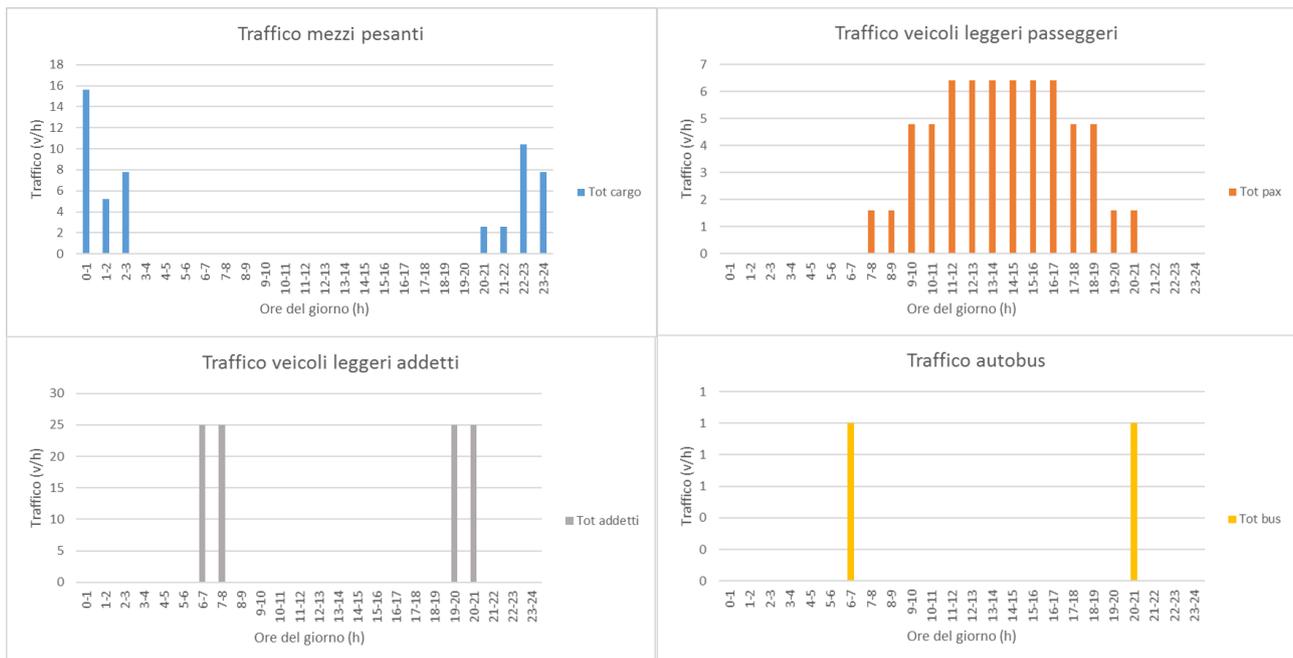


Figura 2-6 Andamento orario traffico attuale suddiviso per categorie

Ai fini della verifica del livello di servizio dell'infrastruttura, in funzione di tali andamenti è stato determinato il traffico dell'ora di punta in termini di veicoli equivalenti, pari a **32 veicoli equivalenti/h** monodirezionali nella fascia oraria 20-21.

2.2.2 Il traffico indotto dall'aeroporto – scenario 2030

La stima dei traffici veicolari indotti dall'aeroporto allo scenario di progetto relativo al 2030 è stata effettuata in funzione dei veicoli pesanti necessari al trasporto merci previsto in termini di tonnellate movimentate ed in funzione delle autovetture ed autobus in entrata ed in uscita generate dall'incremento dei passeggeri.

Approfondendo le analisi sulla mobilità, per quanto riguarda i passeggeri stimati nel 2030 le ipotesi fatte sono le seguenti:

- in termini di ripartizione modale stante l'incremento del traffico passeggeri si considera che il 20% dei passeggeri utilizzi il trasporto pubblico (autobus) e l'80% le autovetture;
- il load factor per le autovetture è pari a 1,5 persone/auto;
- il load factor per i bus è pari a 20 persone/bus;
- i coefficienti di equivalenza ANAS sono: bus=5; autovetture=1.

Rispetto allo stato attuale sono stati considerati valori differenti in termini di ripartizione modale e load factor per le autovetture private in ragione della presenza di voli commerciali passeggeri e di una differente ripartizione del traffico passeggeri rispetto alle componenti di aviazione commerciale e di aviazione generale. Rispetto al primo parametro, la presenza di voli commerciali di linea stabili indurrà certamente la presenza di più operatori connessi al trasporto pubblico su gomma sia pubblici che privati con nuovi collegamenti urbani ed extraurbani.

L'incremento della domanda commerciale passeggeri implica inoltre una diversa distribuzione in termini percentuali rispetto al totale del traffico aereo tra aviazione commerciale ed aviazione generale. Stante le differenze peculiari delle due componenti è possibile ritenere che un maggior peso percentuale della componente commerciale rispetto alla generale induca un incremento del fattore di riempimento delle auto private legate ai passeggeri e ai loro accompagnatori.

Conoscendo il numero di passeggeri previsto al 2030, pari a 895.000, sono stati distinti i passeggeri per i quali si prevede l'utilizzo del mezzo privato da quelli che utilizzeranno il bus. Moltiplicando questi per il load factor rispettivo è stato possibile calcolare il numero di veicoli indotti dall'aeroporto durante l'intero anno (2030). Distribuendo il traffico annuo risultante su tutti i 365 giorni è stato stimato il TGM relativo alle autovetture e ai bus.

I calcoli effettuati sono riportati nella sottostante tabella.

Parametro	Valore	U.d.m.
Passeggeri al 2030	895.000	pax/anno
Passeggeri che utilizzano le autovetture al 2030	716.000	pax/anno
Passeggeri che utilizzano il bus al 2030	179.000	pax/anno
Autovetture indotte dall'aeroporto al 2030	477.333	veicoli/anno
Bus al 2030	8.950	bus/anno
Autovetture al giorno	1.308	veicoli/giorno
Bus al giorno	25	bus/giorno

Tabella 2-8 Stima del traffico leggero passeggeri monodirezionale indotto al 2030 dall'aeroporto

Relativamente agli addetti, sono stati considerati 50 addetti aeroportuali per lo scenario futuro al 2030. Inoltre, è stato considerato, come da Masterplan, un load factor addetti/auto pari ad 1 ed un utilizzo di auto private pari al 100%. Il TGM pertanto sarà pari a 50 veicoli/giorno monodirezionali.

Relativamente al traffico merci le previsioni di traffico al 2030 prevedono un quantitativo di merci complessive movimentate di circa 430.000 tonnellate l'anno così differenziate:

- circa il 44,2% connesse al settore postale e courier (spedizionieri), per un totale di circa 190.000 tonnellate/anno;
- circa il 55,8% connesse al settore cargo generale, per un totale di circa 240.000 tonnellate/anno.

Per la determinazione dei flussi veicolari indotti dal traffico merci aeroportuale valgono le stesse considerazioni sviluppate per lo stato attuale. Per le merci postali e courier si ipotizza una movimentazione delle stesse mediante autocarri leggeri con portata di carico variabile tra le 3 e le 4 tonnellate in virtù della tipologia di merce e capillarità di distribuzione. Altresì il trasporto delle merci cosiddette generali connesse al traffico di corto, medio e lungo raggio si considera come tipologia di mezzi quella degli autoarticolati con portata massima di carico di circa 24 tonnellate.

Sono stati poi stimati i valori rispetto ai flussi medi giornalieri (TGM). I calcoli effettuati sono riportati nella sottostante tabella.

Parametro	Valore	U.d.m.
Merci totali movimentate al 2030	430.000	t/anno
Merci generali totali movimentate al 2030	240.000	t/anno
Merce postale totale movimentata al 2030	190.000	t/anno
Veicoli merci generali indotti dall'aeroporto al 2030	14.286	veicoli/anno
Veicoli merce postale indotti dall'aeroporto al 2030	77.551	veicoli/anno
Veicoli pesanti totali indotti dall'aeroporto al 2030	91.837	veicoli/anno
Veicoli pesanti totali al giorno	252	veicoli/giorno

Tabella 2-9 Stima del traffico pesante monodirezionale indotto al 2030 dall'aeroporto

In conclusione, i valori di traffico monodirezionali relativi allo scenario 2030 complessivi sono riportati nella tabella sottostante.

TRAFFICO EFFETTIVO 2030	
Parametro	TGM (v/gg)
Veicoli leggeri pax	1.308
Veicoli leggeri addetti	50
Autobus	25
Autocarri merci	252
Traffico totale	1.635

Tabella 2-10 Stima del TGM monodirezionale indotto dall'aeroporto – scenario 2030

Il traffico veicolare indotto dall'aeroporto così come calcolato in Tabella 2-5 è stato ripartito sui diversi tratti della SP37 che rappresenta la viabilità di accesso all'aeroporto, dalla quale allo scenario futuro si può accedere all'aeroporto tramite quattro ingressi (accesso area manutenzione, accesso passeggeri, courier e cargo). Le tratte su cui si distribuiscono i flussi diventano quindi cinque, in considerazione dell'aggiunta dell'ingresso per i courier e trascurando l'ingresso per l'area manutenzione da parte dei veicoli.

A partire dagli accessi aeroportuali si è assunto che gli autobus, i mezzi pesanti e l'80% del traffico leggero indotto dall'aeroporto interessi le tratte a nord, ovvero quelle che garantiscono il collegamento diretto con le infrastrutture principali, rappresentate dalla A4 e dalla A21, e con Brescia e che solo il 20% del traffico leggero interessi le tratte a sud.

Tratte	TGM leggeri (v/gg)	TGM pesanti (v/gg)
Tratta 1	543	139
Tratta 2	1.086	277
Tratta 3	272	252
Tratta 4	272	126
Tratta 5	272	0

Tabella 2-11 Stima del TGM monodirezionale indotto dall'aeroporto allo scenario 2030 suddiviso per tratte

TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO AL 2030

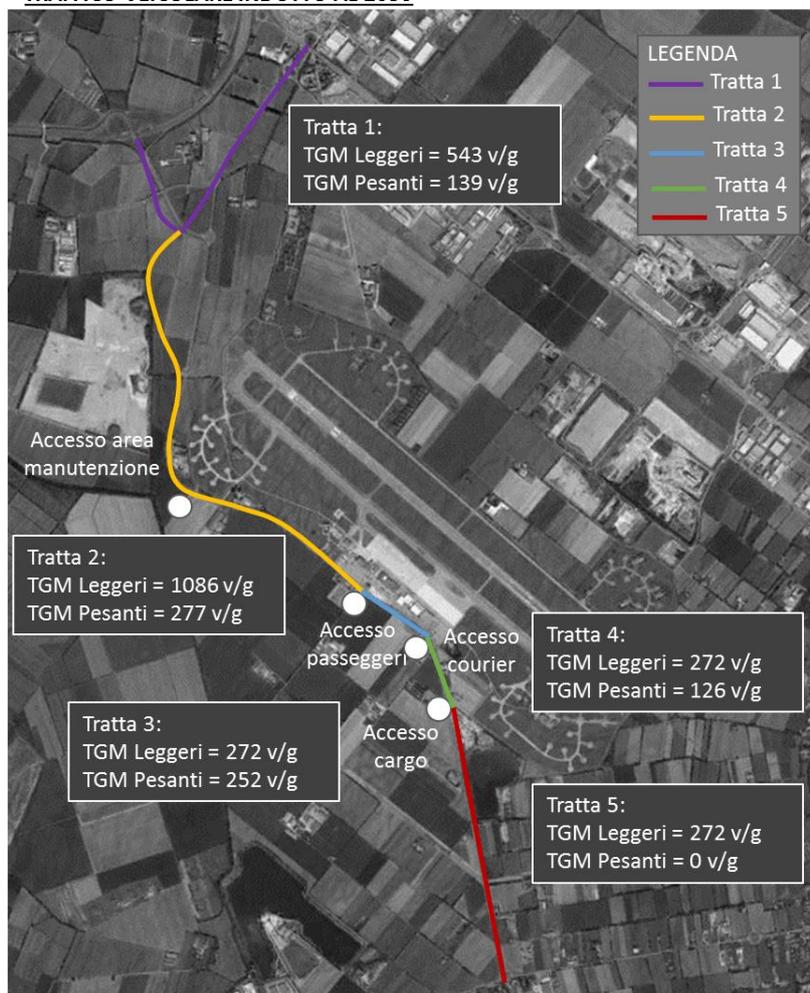


Figura 2-7 Traffico giornaliero medio indotto dall'aeroporto al 2030

Per quanto concerne l'articolazione temporale dei flussi di traffico complessivi nelle 24 ore, al fine di stimare il traffico dell'ora di punta utile alla verifica del livello di servizio dell'infrastruttura, vengono estese medesime considerazioni avanzate allo stato attuale e che lo stesso Masterplan indica.

Il traffico passeggeri è distribuito nelle ore centrali della giornata nella fascia diurna altresì quello cargo prevalentemente in quella notturna. Le analisi previsionali individuate nel Masterplan stimano una concentrazione dei voli passeggeri nelle fasce 9-10, 11-12, 13-14 e 19-20, altresì quelle cargo sono prevalentemente concentrate nelle fasce 20-23 e 5-7 con una minima presenza anche di giorno.

In ragione di quanto detto risulta evidente come i flussi di traffico nelle ore di punta possano essere considerati in maniera differenziata in virtù degli elementi peculiari del traffico aereo e della conseguente concentrazione dello schedato voli in fasce orarie distinte che possono sovrapporsi anche al 2030. Per quanto riguarda invece gli addetti i flussi di traffico indotti si articolano in funzione dei due previsti turni di lavoro.

Nella tabella seguente sono riportati i flussi in entrata e uscita dall'aeroporto al 2030 suddivisi in funzione della categoria di traffico.

Ore	CARGO IN	CARGO OUT	PAX IN	PAX OUT	ADDETT I IN	ADDETT I OUT	BUS IN	BUS OUT	TOTAL E IN	TOTAL E OUT
0-1	0	32	0	0	0	0	0	0	0	32
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0
4-5	32	0	0	0	0	0	0	0	32	0
5-6	32	16	0	0	0	0	0	0	32	16
6-7	32	32	0	0	25	0	0	0	57	32
7-8	0	32	145	0	0	25	2	0	147	57
8-9	0	32	145	0	0	0	0	2	145	34
9-10	0	0	145	145	0	0	2	0	147	145
10-11	16	0	0	145	0	0	0	2	16	147
11-12	0	0	145	145	0	0	2	0	147	145
12-13	0	16	145	0	0	0	2	0	147	16
13-14	0	0	145	145	0	0	0	2	145	147
14-15	0	0	0	145	0	0	0	2	0	147
15-16	0	0	0	145	0	0	0	0	0	145
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	145	0	0	0	0	0	145	0
18-19	16	0	145	0	0	0	2	0	163	0
19-20	16	0	145	145	25	0	2	0	188	145
20-21	32	16	0	145	0	25	0	2	32	188
21-22	32	16	0	145	0	0	0	2	32	163
22-23	32	32	0	0	0	0	0	0	32	32
23-24	0	32	0	0	0	0	0	0	0	32

Tabella 2-12 Traffico orario 2030 suddiviso per categorie e per direzione (entrate e uscite all'aeroporto)

Per facilità di lettura di seguito si riportano i grafici dell'andamento orario dei flussi totali in entrata ed in uscita suddivisi per categoria di traffico, dai quali si evidenzia come per le diverse categorie l'ora di punta al 2030 non sia la stessa.

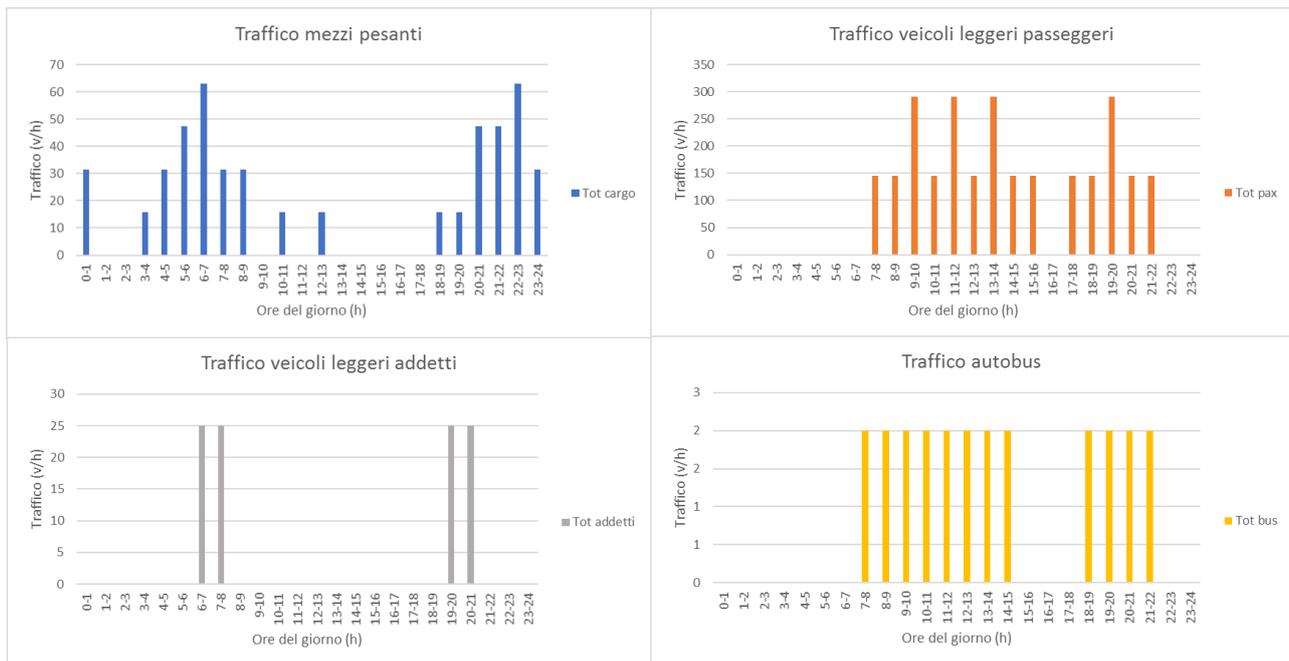


Figura 2-8 Andamento orario traffico bidirezionale 2030 suddiviso per categorie

Ai fini della verifica del livello di servizio dell'infrastruttura, in funzione di tali andamenti è stato determinato il traffico dell'ora di punta in termini di veicoli equivalenti, pari a **227 veicoli equivalenti/h** monodirezionali nella fascia oraria 20-21.

2.3 Verifica del livello di servizio al 2030 sulle viabilità di riferimento

Sulla base del traffico indotto dall'aeroporto al 2030 ed in funzione della ripartizione dello stesso sui diversi tratti della SP37 in considerazione degli accessi previsti dal Masterplan, è stato possibile verificare il livello di servizio futuro delle viabilità limitrofe all'aeroporto, di interesse nell'ambito di studio.

Come emerso dal par. 2.1 le viabilità principalmente interessate dai flussi veicolari indotti dall'aeroporto sono la SP37, che rappresenta la viabilità di accesso all'aeroporto, la SS236 ed il Raccordo Autostradale Ospitaletto – Montichiari a nord e la SS668 a sud, direttamente collegate alla SP37.

Di queste viabilità, ad eccezione del Raccordo Autostradale sul quale non si hanno a disposizione i traffici attuali, di seguito si riporta il calcolo della capacità ed il relativo livello di servizio attuale confrontato con il livello di servizio previsto al 2030 sulla base dell'incremento dei traffici indotti dall'aeroporto.

La capacità di ogni infrastruttura è stata individuata sulla base della formulazione per il calcolo del livello di servizio ($LOS=F/C$).

Conoscendo per ogni viabilità il livello di servizio e la portata di servizio¹ è stata calcolata la capacità della singola corsia.

¹ "La portata di servizio è il valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada in corrispondenza al livello di servizio assegnato". (fonte: DM 5/11/2001)

La figura seguente riporta la portata di servizio per corsia relativa ad una strada di categoria C2, che caratterizza le seguenti viabilità SP37, SS236 e SS668.

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	Larghezza min, del margine interno (m)	Larghezza min, del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv./ora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	-	-	C (1 corsia) 600 (e)	-
			C2	-	-	C (1 corsia) 600 (e)	-

Figura 2-9 Livello e portata di servizio per tipologia di strada (stralcio tabella DM 5/11/2001)

I livelli di servizio sono così descritti in funzione del rapporto flusso/capacità.

Lds	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~575
B	0,32	~1042
C	0,52	~1650
D	0,77	~2450
E	> 0,77	-

Figura 2-10 Individuazione dei Livelli di servizio (Fonte: HCM 1985)

Pertanto considerando come "Flusso/Capacità" il valore massimo corrispondente al LOS C (0,52) e come "Flusso" la portata di servizio per corsia (600 v.eq./h) è stato possibile determinare il valore della capacità per singola corsia per la SP37, SS236 e SS668, pari a circa 1.200 v.eq./h.

$$C = \frac{F}{LOS} = \frac{600 \text{ v. eq./h}}{0,52} = 1.200 \text{ v. eq./h}$$

Alla luce di ciò, nel seguito si riportano le analisi sul calcolo del livello di servizio relativo alla configurazione attuale e di progetto in funzione del traffico esistente fornito dalla Provincia previsto sulla SP37, sulla SS668 e sulla SS236.

SP37

La SP37 costituisce un'infrastruttura di categoria C2, con una capacità per corsia di 1.200 v.eq./h. Considerando che attualmente il traffico nell'ora di punta per una direzione è pari a 390 v.eq./h il livello di servizio è pari ad un **LOS=C** ($390/1.200=0.33$).

Sommando ai traffici circolanti ordinari sulla SP37 l'incremento di traffico indotto dall'aeroporto al 2030 nell'ora di punta rispetto a quello attuale, si ottengono 585 v.eq./h. Il livello di servizio al post operam risulta pertanto pari ad un **LOS=C** ($585/1.200=0.49$).

Di seguito una tabella riassuntiva di confronto ante-post in termini di livello di servizio.

Strada	Scenario	Traffico ora di punta (v.eq./h)	Capacità corsia (v.eq./h)	F/C	LOS
SP37	Ante operam	390	1.200	0.33	LOS C
	Post operam	585*	1.200	0.49	LOS C
* calcolato come $[390+(227-32)]$ v.eq./h					

Tabella 2-13 Definizione del LOS per la SP37 ante e post operam

Si specifica come tale stima prende in considerazione il traffico indotto dall'aeroporto nell'ora di punta comprensivo delle diverse categorie di traffico e senza considerare la suddivisione dei flussi sulle singole tratte della SP37 di accesso all'aeroporto. Tale assunzione risulta cautelativa in quanto non prende in considerazione che quota parte di traffico leggero (20%) proviene da sud.

Dai risultati ottenuti emerge come il livello di servizio al 2030 non cambi rispetto allo stato attuale, rimanendo pari a C.

SS668

La SS668 costituisce un'infrastruttura di categoria C2, con una capacità per corsia di 1.200 v.eq./h. Considerando che attualmente il traffico nell'ora di punta per una direzione è pari a 230 v.eq./h il livello di servizio è pari ad un **LOS=B** ($230/1.200=0.19$).

Sommando ai traffici circolanti ordinari sulla SS668 l'incremento di traffico indotto dall'aeroporto al 2030 nell'ora di punta rispetto a quello attuale, si ottengono 269 v.eq./h. Il livello di servizio al post operam risulta pertanto pari ad un **LOS=B** ($269/1.200=0.22$).

Di seguito una tabella riassuntiva di confronto ante-post in termini di livello di servizio.

Strada	Scenario	Traffico ora di punta (v.eq./h)	Capacità corsia (v.eq./h)	F/C	LOS
SS668	Ante operam	230	1.200	0.19	LOS B
	Post operam	269*	1.200	0.22	LOS B
* calcolato come $[230+((227-32)*0.2)]$ v.eq./h					

Tabella 2-14 Definizione del LOS per la SS668 ante e post operam

Si specifica come la stima dei flussi al post operam prenda in considerazione il traffico indotto dall'aeroporto nell'ora di punta considerato sulla SS668 pari al 20% del traffico indotto complessivo sulla SP37, alla luce della suddivisione dei traffici sulle diverse tratte stradali individuate per la SP37.

Anche in tale caso la stima è cautelativa in quanto dalla percentuale calcolata non è stato escluso il traffico pesante seppur assunto derivante totalmente dalla tratta nord.

Dai risultati ottenuti emerge come il livello di servizio al 2030 non cambi rispetto allo stato attuale, rimanendo pari a B.

SS236

La SS236 costituisce un'infrastruttura di categoria C2, con una capacità per corsia di 1.200 veicoli/h. Considerando che attualmente il traffico nell'ora di punta monodirezionale è pari a 745 veicoli/h il livello di servizio è pari ad un **LOS=D** ($745/1.200=0.62$).

Sommando ai traffici circolanti ordinari sulla SS236 l'incremento di traffico indotto dall'aeroporto al 2030 nell'ora di punta rispetto a quello attuale, si ottengono 843 v.eq./h. Il livello di servizio al post operam risulta pertanto pari ad un **LOS=D** ($843/1.200=0.70$).

Di seguito una tabella riassuntiva di confronto ante-post in termini di livello di servizio.

Strada	Scenario	Traffico ora di punta (v.eq./h)	Capacità corsia (v.eq./h)	F/C	LOS
SS236	Ante operam	745	1.200	0.62	LOS D
	Post operam	843*	1.200	0.70	LOS D

* calcolato come $[745+((227-32)*0.5)]$ v.eq./h

Tabella 2-15 Definizione del LOS per la SS236 ante e post operam

Si specifica come tale stima prende in considerazione il traffico indotto dall'aeroporto nell'ora di punta sulla SS236 dimezzato rispetto a quello considerato sulla SP37, alla luce della suddivisione dei traffici sulla tratta 1 della SP37, in parte verso la SS236 in esame ed in parte verso il Raccordo Autostradale Ospitaletto - Montichiari.

Come visto in precedenza anche in tale caso la stima è cautelativa in quanto non si è preso in considerazione che quota parte di traffico leggero (20%) proviene da sud.

Dai risultati ottenuti emerge come il livello di servizio al 2030 non cambi rispetto allo stato attuale, rimanendo pari a D.

Con riferimento, invece, al **Raccordo Autostradale Ospitaletto - Montichiari**, sul quale non si hanno a disposizione i dati di traffico attuali, di seguito si riportano alcune considerazioni in merito al contributo del traffico indotto dall'aeroporto sulla capacità dell'infrastruttura.

In questo caso, dato che l'infrastruttura in esame è a due carreggiate, per la portata di servizio si fa riferimento alla categoria di strada "A", riportata nella seguente immagine.

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	Larghezza min, del margine interno (m)	Larghezza min, del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv./ora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)
1	2	3	13	14	15	16	17
AUTOSTRADA	A	strada principale	4,0 (a)	6,1 (b)	B (2 o più corsie)	1100	-
		eventuale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1350	-

Figura 2-11 Livello e portata di servizio per tipologia di strada (stralcio tabella DM 5/11/2001)

I livelli di servizio sono così descritti in funzione del rapporto flusso/capacità.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~575
B	0,32	~1042
C	0,52	~1650
D	0,77	~2450
E	> 0,77	-

Figura 2-12 Individuazione dei Livelli di servizio (Fonte: HCM 1985)

Pertanto considerando come "Flusso/Capacità" il valore massimo corrispondente al LOS B (0,32) e come "Flusso" la portata di servizio per corsia (1100 v.eq./h) è stato possibile determinare il valore della capacità per singola corsia, pari a circa 3.438 v.eq./h. La capacità complessiva di una carreggiata del Raccordo Autostradale è pari pertanto a 6.876 v.eq./h, considerando che l'infrastruttura stradale in esame è a due corsie per senso di marcia.

$$C = \frac{F}{LOS} = \frac{1100 \text{ v.eq./h}}{0,32} * 2 = 6.876 \text{ v.eq./h}$$

Alla luce di ciò e considerando che il traffico indotto al post operam dall'aeroporto è pari a quello stimato per la SS236 (circa 98 v.eq./h), è stato possibile stimare il contributo del traffico di origine aeroportuale rispetto alla capacità del Raccordo Autostradale, inferiore al 3%.

2.4 Il contributo del traffico indotto dall'aeroporto al 2030 rispetto al traffico attuale circolante sulle viabilità di riferimento

In considerazione delle analisi di traffico riportate nei precedenti paragrafi, nel seguito si è voluto analizzare il contributo del traffico indotto dall'aeroporto allo scenario 2030 sulle viabilità limitrofe rispetto al traffico attuale circolante (cfr. cap. 1).

Nelle tabelle seguenti per ogni viabilità di interesse, ad eccezione del Raccordo Autostradale per il quale non si hanno a disposizione i dati di traffico attuali, si riporta il contributo percentuale di traffico indotto dall'aeroporto al 2030 sul traffico ordinario, distinto per veicoli leggeri e veicoli pesanti.

SP37	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
Traffico attuale ordinario SP37 (dati provincia di Brescia 2019)	7.260 v/gg	1.328 v/gg
Traffico indotto dall'aeroporto al 2030 al netto del traffico indotto attuale*	$(1.086-66) \times 2 = 2.040$ v/gg	$(277-27) \times 2 = 500$ v/gg
Traffico complessivo sulla SP37	9.300 v/gg	1.828 v/gg
Contributo % del traffico indotto sulla SP37	22%	27%
* Valore di TGM relativo alla tratta 2, considerato in via cautelativa per valutare il maggiore contributo del traffico indotto dall'aeroporto rispetto al traffico ordinario		

Tabella 2-16 Contributo traffico indotto dall'aeroporto al 2030 rispetto al traffico ordinario sulla SP37

SS668	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
Traffico attuale ordinario SS668 (dati provincia di Brescia 2019)	9.808 v/gg	132 v/gg
Traffico indotto dall'aeroporto al 2030 al netto del traffico indotto attuale	$(272-16) \times 2 = 256$ v/gg	0 v/gg
Traffico complessivo sulla SS668	10.064 v/gg	132 v/gg
Contributo % del traffico indotto sulla SS668	3%	-

Tabella 2-17 Contributo traffico indotto dall'aeroporto al 2030 rispetto al traffico ordinario sulla SS668

SS236	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
Traffico attuale ordinario SS236 (dati provincia di Brescia 2019)	20.044 v/gg	3.282 v/gg

SS236	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
Traffico indotto dall'aeroporto al 2030 al netto del traffico indotto attuale	$(543-33) \times 2 = 1.020$ v/gg	$(139-14) \times 2 = 250$ v/gg
Traffico complessivo sulla SS236	21.064 v/gg	3.532 v/gg
Contributo % del traffico indotto sulla SS236	5%	7%

Tabella 2-18 Contributo traffico indotto dall'aeroporto al 2030 rispetto al traffico ordinario sulla SS236

Dai risultati ottenuti emerge come il maggior contributo di traffico di origine aeroportuale si riversi sulla SP37 rappresentativa della viabilità principale di accesso all'aeroporto.

Dai valori stimati relativi al contributo del traffico indotto sul traffico ordinario circolante sulle tre infrastrutture di interesse si è rilevata una percentuale maggiore del 10% solamente sulla SP37. Ne deriva che esclusivamente per tale infrastruttura viaria sarà sviluppata nel seguito un'analisi acustica finalizzata a verificare il clima acustico e l'incidenza del flusso veicolare indotto dall'aeroporto. Per le altre infrastrutture, infatti, essendo la percentuale connessa all'aeroporto inferiore al 10% del traffico totale è possibile fin da subito ritenere trascurabile l'effetto specifico associato alla componente di traffico aeroportuale sul rumore stradale complessivamente indotto sul territorio.

2.5 Conclusioni

Alla luce delle analisi condotte sulla mobilità e sui traffici veicolari circolanti sulle infrastrutture di interesse limitrofe all'aeroporto di Brescia, allo stato ante e post operam, si evidenzia che:

- il contributo di traffico di origine aeroportuale dal punto di vista funzionale risulta non significativo in quanto dalla verifica del livello di servizio è risultato che il traffico veicolare indotto dall'aeroporto al 2030, sia per la SP37 che per la SS668 e la SS236, non modifichi il livello di servizio attuale dell'infrastruttura. Nonostante l'assenza dei dati di traffico sul Raccordo Autostradale dato il basso contributo del traffico indotto sulla capacità dell'infrastruttura anche in questo caso si può ritenere che il livello di servizio resti inalterato.
- stante l'aumento dei traffici tra lo scenario attuale e quello futuro e stante il contributo di traffico indotto superiore al 10% sulla SP37, si approfondisce su tale viabilità uno studio sui livelli acustici prodotti in corrispondenza dei ricettori adiacenti alla SP37, ritenendo trascurabile il rumore indotto sulla SS668, sulla SS236 e sul Raccordo Autostradale.

3 Lo studio acustico stradale

3.1 Contenuti e metodologia

3.1.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo studio acustico stradale è finalizzato a valutare il clima acustico prodotto del traffico stradale indotto dall'aeroporto e verificare la sua incidenza rispetto al rumore stradale complessivo lungo l'asse stradale della SP37 che attraversa i comuni di Castenedolo, Ghedi e Montichiari.

In ragione di detta finalità, nell'ambito del presente studio si verificano le condizioni di esposizione a rumore indotto dalle seguenti sorgenti:

- traffico veicolare complessivo lungo l'asse stradale rappresentato dalla SP37;
- traffico veicolare aeroportuale, ovvero quello indotto dall'aeroporto;
- traffico veicolare residuo, ovvero quello connesso alla mobilità territoriale.

3.1.2 Metodologia di lavoro utilizzata

La metodologia di lavoro si articola in tre parti distinte: una prima finalizzata alla caratterizzazione del quadro conoscitivo di riferimento sulla scorta di quanto indicato dalla normativa di riferimento per la definizione dell'ambito di studio e alla caratterizzazione dello stesso, una seconda nella quale si determina l'attuale clima acustico connesso al traffico stradale ed una terza infine finalizzata alla verifica previsionale secondo le condizioni operative assunte al 2030.

Come detto la prima parte dello studio è finalizzata alla determinazione del quadro conoscitivo alla base dello studio acustico e delle analisi previsionali sviluppate mediante software. La normativa di riferimento per l'inquinamento acustico stradale è il DPR 142/2004 che per le diverse categorie di strade indica determinate fasce di pertinenza acustica e relativi limiti in termini di Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) e notturno (22:00-6:00). Nello specifico della SP37 l'infrastruttura viaria rientra nella categoria delle infrastrutture esistenti di tipo "Cb – extraurbana secondaria" rispetto alla quale si definiscono due fasce di pertinenza acustica A e B di ampiezza pari a 100 e 50 m. A queste si è considerata un'ulteriore fascia, di ampiezza pari a 50 m, per tener conto del contributo acustico stradale sul territorio rispetto ai Piani di classificazione acustica comunali ai sensi della L.447/95, del DPCM 14.11.1997 e della LR 13/2001 e delle relative DGR di attuazione.

L'ambito dello studio acustico è quindi definito da una fascia di ampiezza pari a 200 m per lato a partire dal ciglio stradale.

All'interno di tale ambito di studio è stato effettuato un censimento dei ricettori, ovvero di tutti gli edifici rispetto ai quali sono stati individuati destinazione d'uso, numero di piani ed infissi esposti al rumore stradale. Per ciascun ricettore è stata predisposta una scheda di censimento riportata in allegato RUM_STR_AL_01.

A conclusione della definizione del quadro conoscitivo, e quindi della prima fase costituente la metodologia assunta nel presente studio acustico, è stata effettuata una campagna di rilievi fonometrici con il duplice scopo sia di verificare l'attuale clima acustico ambientale, con particolare riferimento alla sorgente stradale, sia di caratterizzazione della sorgente stradale emissiva ai fini della modellazione acustica e delle analisi previsionali.

La seconda parte dello studio acustico è finalizzata invece alla determinazione del rumore stradale indotto allo stato attuale lungo la viabilità considerata e alla verifica dei diversi contributi connessi all'aeroporto e alla mobilità territoriale.

Nello specifico quindi è stata implementata una modellazione acustica all'interno del software Soundplan relativa allo stato attuale tenendo conto degli aspetti orografici ed antropici oltre che dei flussi veicolari attuali sulla scorta dei dati di traffico messi a disposizione dalla Provincia e di quelli stimati connessi all'infrastruttura aeroportuale.

Nella "costruzione" del modello acustico si è tenuto conto anche dei dati acustici relativi alle indagini fonometriche finalizzate alla caratterizzazione emissiva della sorgente stradale, verificando a parità di flussi di traffico i livelli acustici stimati dal modello con quelli riscontrati dalla strumentazione sul campo.

Appurata l'attendibilità del modello implementato e dell'intero dataset di input, sono stati determinati i livelli acustici indotti dalla sorgente veicolare allo stato attuale in termini sia di curve di isolivello acustico ad una altezza di 4 m dal piano campagna sia di valori puntuali determinati ad 1 metro dalla facciata degli edifici, per ciascun piano, sul lato degli stessi più esposti alla sorgente veicolare.

La verifica puntuale su ciascun edificio è stata eseguita in modo da stimare:

- i livelli acustici in $Leq(A)$ complessivi, ovvero indotto dai flussi di traffico totali secondo i dati forniti dalla Provincia di Brescia;
- i livelli acustici in $Leq(A)$ associati alla componente di traffico aeroportuale, ovvero indotti dai flussi veicolari connessi all'esercizio dell'aeroporto;
- i livelli acustici in $Leq(A)$ indotti dal traffico residuo, ovvero il traffico veicolare connesso alla mobilità territoriale e non associato all'aeroporto.

Tale verifica è finalizzata alla determinazione sia delle eventuali condizioni di criticità, ovvero di superamento del livello acustico rispetto ai limiti di riferimento, sia dell'incidenza delle specifiche componenti di traffico in modo da valutare quindi l'effetto specifico dei flussi di traffico aeroportuali sul clima acustico complessivo.

La terza parte dello studio è orientata infine alla verifica delle condizioni previsionali, ovvero alle condizioni di esercizio 2030 secondo il nuovo assetto infrastrutturale della SP3 e l'evoluzione del traffico aereo atteso. Riguardo il primo aspetto la SP37 è oggetto di modifica di tracciato in corrispondenza della testata nord della pista di volo a seguito dell'intervento di prolungamento della stessa previsto nel Piano di sviluppo aeroportuale. Rispetto al quadro normativo di riferimento la modifica di tracciato rientra nella categoria "variante" e pertanto, a meno della modifica delle fasce di pertinenza acustica per effetto della nuova geometria dell'infrastruttura, non si hanno modifiche in termini di limiti acustici.

Per quanto riguarda i flussi veicolari per la componente aeroportuale si è fatto riferimento ai dati stimati in funzione della domanda di traffico aereo attesa al 2030 ed esplicitati nel Capitolo 2.2.2. Per quanto riguarda la mobilità territoriale non sono state considerate modifiche rispetto allo stato attuale mantenendo quindi invariate le volumetrie di traffico nel periodo diurno e notturno.

Anche in questo caso mediante le simulazioni previsionali con il software specifico è stato determinato il clima acustico indotto dalla sorgente veicolare sia in termini areali individuando le

diverse curve di isolivello acustico in $Leq(A)$ sia in termini puntuali in corrispondenza dei ricettori presenti all'interno dell'ambito di studio.

I valori puntuali in corrispondenza dei diversi edifici sono stati stimati sia complessivamente che specificatamente ai due contributi singoli, ovvero quello aeroportuale indotto e quello residuo legato alla mobilità territoriale, in modo da verificare sia l'incidenza rispetto al rumore ambientale complessivo sia le eventuali condizioni di criticità rispetto ai valori limite di riferimento.

3.1.3 Il modello di simulazione SoundPlan 8.2

Gli scenari analizzati sono stati realizzati con l'ausilio del modello di calcolo SoundPlan versione 8.2, un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Tale modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

SoundPlan è uno strumento previsionale ad "ampio spettro", progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all'interno del software, è presente inoltre l'NMPB Routes 1996 riconosciuto dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n.194 «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale» per il calcolo del livello acustico limitatamente alle infrastrutture viarie, e la sua versione aggiornata quale NMPB Routes 2008, utilizzata nel caso in specifico in studio.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L'area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l'utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali, i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX , dY e dZ , ovvero le pendenze dei versanti.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero

di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricettore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricettore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettami delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPlan presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti.

- Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;
- Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n. 447/95 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

3.2 Il Quadro conoscitivo

3.2.1 Classificazione acustica del territorio

Come noto il quadro normativo in materia di inquinamento acustico prevede che per quanto riguarda il rumore di origine stradale, questo sia regolamentato dal DPR 142/2004 in attuazione alla Legge 447/95. Tale DPR stabilisce in funzione della tipologia e categoria di strada i relativi limiti acustici diurni e notturni e le fasce di pertinenza acustica a prescindere dalla classificazione acustica del territorio individuata dal Comune territorialmente competente nell'ambito del proprio Piano Comunale di Classificazione Acustica.

Secondo la classificazione prevista dal DPR 142/2004, la SP37 oggetto di studio rientra nel gruppo "strade esistenti" nella categoria "Cb – extraurbana secondaria ad unica carreggiata". Per tale tipologia di strada si definiscono due fasce di pertinenza acustica, A e B, e relativi limiti in $Leq(A)$ nel periodo diurno e notturno funzione della tipologia di ricettore. In Tabella 3-1 si riportano i valori

acustici limite e le relative ampiezze delle fasce di pertinenza per il caso in esame ai sensi del DPR 142/2004.

Valori limite stabiliti per strade extraurbane esistenti					
TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
Cb – Extraurbana Secondaria	100 (fascia A)	50	40	70	60
	50 (fascia B)			65	55

Tabella 3-1 Valori limite stabiliti per strade di nuova realizzazione e strade esistenti o assimilabili a esistenti

Tale classificazione permane anche nella condizione infrastrutturale al 2030, ovvero a seguito della modifica di tracciato della SP37 conseguente al prolungamento della pista di volo dell'aeroporto di Brescia Montichiari. La modifica di tracciato si configura infatti, rispetto al quadro prescrittivo del DPR di riferimento, come "strada assimilabile a esistente in quanto variante dell'attuale". L'art. 1 comma 1 lettera h) cita infatti "Ai fini dell'applicazione del presente decreto, si intende per: [...] h) variante: costruzione di un nuovo tratto stradale in sostituzione di uno esistente, fuori sede, con uno sviluppo complessivo inferiore a 5 km per autostrade e strade extraurbane principali, 2 km per strade extraurbane secondarie ed 1 km per le tratte autostradali di attraversamento urbano, le tangenziali e le strade urbane di scorrimento".

Resta inteso comunque che nel tratto in variante le fasce di pertinenza acustica si modificano geometricamente in funzione del nuovo tracciato viario.

Il DPR 142/2004 individua inoltre limiti acustici all'interno degli edifici qualora i valori limite all'esterno non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di non procedere a soluzioni di mitigazione di tipo indiretto. Questi sono di seguito definiti in funzione della destinazione d'uso dei ricettori e devono essere verificati al centro della stanza, in condizioni di finestre chiuse e ad una altezza di 1,5 dal pavimento:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

L'ambito di studio è definito come una fascia di ampiezza pari a 200 m per lato a partire dal ciglio stradale. Il DPR 142/2004 definisce specifici livelli di immissione limite per la sorgente stradale a seconda delle fasce di pertinenza acustica che, nel caso specifico, terminano ad una distanza di 150 m dal ciglio stradale. Tra i 150 e i 200 m pertanto si fa riferimento ai limiti acustici territoriali individuati dal Comune territorialmente competente nell'ambito della propria classificazione acustica del territorio ai sensi della L.447/95 e LR 16/01.

L'asse stradale della SP37 e l'ambito di studio interessano il territorio dei Comuni di Castenedolo, Ghedi e Montichiari. Questi hanno provveduto alla classificazione acustica del loro territorio secondo la L.447/95 e LR 16/01 sulla base dei criteri tecnici nazionali e regionali.

Comune	Estremi di approvazione zonizzazione acustica
Castenedolo	D.C.C. n. 13 del 22 aprile 2008
Ghedi	D.C.C. n. 16 del 31 marzo 2009
Montichiari	D.C.C. n. 13 del 2 febbraio 2007

Tabella 3-2 Estremi di approvazione del Piano di Classificazione Acustica dei Comuni di Castenedolo, di Ghedi e di Montichiari

Per i ricettori posti all'esterno delle fasce di pertinenza acustica stradale si fa riferimento ai limiti di immissione acustica individuati dal PCCA del Comune competente e alla classe acustica attribuita al territorio dove è ubicato il ricettore.

Classi di destinazione d'uso territoriale		Valori limite assoluti di immissione	
		Diurno (6:00÷22:00)	Notturmo (22:00÷6:00)
I	Aree protette	50	40
II	Aree residenziali	55	45
III	Aree miste	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 3-3 Limiti di immissione acustica individuati dal DPCM 5/12/1997 per le diverse classi acustiche di riferimento

3.2.2 Concorsualità delle sorgenti di rumore presenti nel territorio

L'ambito di studio relativo alla SP37 interferisce con altre infrastrutture stradali concorsuali e relative fasce di pertinenza acustica. In questo caso si è reso necessario provvedere alla individuazione delle aree di sovrapposizione delle relative fasce di pertinenza acustica e alla individuazione di valori limite differenti secondo i criteri stabiliti dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000: "*Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto*". In primo luogo, la verifica di concorsualità richiede l'individuazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica, di tipo geometrico, viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali. Nell'ipotesi in cui il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità il primo passo consiste nel verificare la significatività della sorgente concorsuale.

Una sorgente concorsuale può essere considerata non significativa e può essere trascurata se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente

secondaria è superiore a 10 dBA. È possibile applicare tale approccio sia a ricettori presenti all'interno della fascia dell'infrastruttura principale che a ricettori situati all'esterno di essa.

Nel presente studio, le sorgenti infrastrutturali all'interno dell'area di progetto che possono essere ritenute concorsuali alla sorgente oggetto di studio sono rappresentate da:

- l'autostrada A21 racc, raccordo autostradale Ospitaletto-Montichiari classificata come infrastruttura stradale di classe A, con due fasce di pertinenza A e B di ampiezza pari a 100 e 150 m.
- la strada extraurbana secondaria SP236, con due fasce di pertinenza A e B di ampiezza pari a 100 e 50 m;
- la strada extraurbana secondaria SP668, con due fasce di pertinenza A e B di ampiezza pari a 100 e 150 m.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza acustica e di presenza di ricettori all'interno di esse, è necessario considerare un fattore correttivo da applicare al limite di riferimento per tener conto della esposizione al rumore indotto da più sorgenti e quindi ad una condizione di maggior criticità. Tale fattore correttivo si stima secondo la seguente metodologia indicata da ISPRA e largamente utilizzata nell'ambito di studi acustici connessi ad infrastrutture lineari.

$$\max(L_1, L_2, \dots, L_N) = 10 * \log \left(\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i - \Delta}{10}} \right)$$

con:

- (L_1, L_2, \dots, L_N) = singoli valori limite delle N infrastrutture coinvolte
- Δ = riduzione egualmente ponderata dei singoli valori limite

La seguente tabella illustra le possibili combinazioni di concorsualità, in cui si indicano con la lettera "A" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni e con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

Fasce di pertinenza			Valori di soglia dell'infrastruttura stradale	
SP37	Prima infrastruttura concorsuale	Seconda infrastruttura concorsuale	Diurno dBA	Notturmo dBA
A	A	-	67,0	57,0
A	B	-	68,8	58,8
B	B	-	62,0	52,0
B	A	-	63,8	53,8
A	A	A	65,2	55,2
A	A	B	66,4	56,4

Fasce di pertinenza			Valori di soglia dell'infrastruttura stradale	
SP37	Prima infrastruttura concorsuale	Seconda infrastruttura concorsuale	Diurno dBA	Notturmo dBA
A	B	A	66,4	56,4
A	B	B	67,9	57,9
B	A	A	61,4	51,4
B	A	B	62,9	52,9
B	B	A	62,9	52,9
B	B	B	60,2	50,2

Come detto tali limiti si riferiscono ai soli edifici ricadenti nelle aree di sovrapposizione di più fasce di pertinenza acustica di infrastrutture concorsuali. Tali limiti si riferiscono ai soli edifici residenziali. Gli edifici adibiti ad attività commerciali o uffici fanno riferimento ai soli limiti del periodo diurno, in quanto relativi al periodo di riferimento in cui è prevista la permanenza di persone all'interno di essi. Qualora non ricadano nelle suddette aree si fa riferimento ai limiti indicati al paragrafo successivo sulla scorta delle prescrizioni dettate dal DPR 14/2004.

3.2.3 Censimento dei ricettori

Al fine di localizzare e caratterizzare, dal punto di vista territoriale ed acustico, tutti gli edifici che si trovano nella fascia di 200 m dal ciglio esterno della strada esistente, è stato effettuato il censimento dei ricettori sia nello scenario ante operam che in quello post operam.

Esso ha previsto inoltre l'elaborazione di una scheda dettagliata per ogni edificio, in cui sono riportate tutte le principali informazioni quali le dimensioni, numero di piani, esposizione, destinazione d'uso, ecc.

L'insieme di tutte le schede è contenuto nel documento in allegato schede di censimento (allegato RUM_STR_AL_01).

Complessivamente il censimento ha evidenziato la presenza di 139 ricettori, classificati come residenziali, commerciali, industriali, agricoli, edifici aeroportuali e monumenti religiosi.

Destinazione d'uso	Numero edifici
Ricettori residenziali	48
Edifici commerciali	14
Edifici agricoli	35
Edifici aeroportuali	21
Box e Depositi	19
Monumenti Religiosi	1

Tabella 3-4 Identificazione destinazione d'uso ricettori ricadenti nell'ambito di studio

La totalità dei ricettori è stata localizzata in planimetria con la relativa numerazione identificativa, destinazione d'uso, numero di piani ed eventuale presenza di facciate cieche (Allegato RUM_STR_AL_04).

3.2.4 Indagini fonometriche

3.2.4.1 *Tipologia di misura e punti di indagine*

Nel periodo 15 - 18 marzo 2021 è stata condotta una campagna fonometrica costituita da una serie di rilievi acustici finalizzati sia alla caratterizzazione emissiva della sorgente veicolare al fine di una più dettagliata e robusta costruzione del modello acustico utilizzato per le analisi areali attuali e previsionali sia alla caratterizzazione del rumore ambientale allo stato attuale.

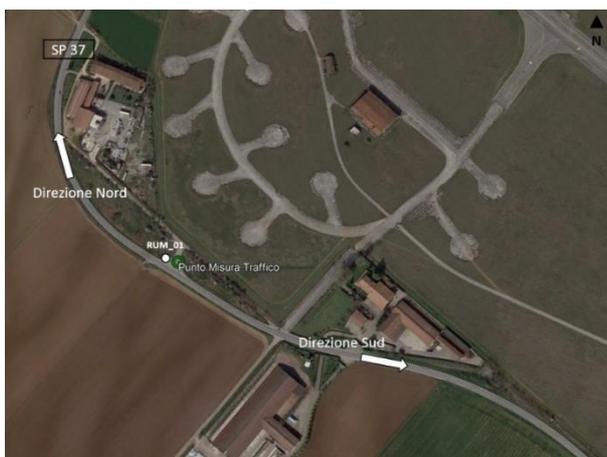
Le misure sono state eseguite con strumentazione di classe I conforme ai requisiti normativi indicati dal DM 18.03.1998 da Tecnici Competenti in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 e D.Lgs 42/2017.

Con riferimento alla prima finalità, lungo la SP37 è stata effettuata una misura "di tipo spot" con campionamento dei livelli acustici stradali e dei flussi di traffico in due misure da 30 minuti. Con riferimento invece al secondo obiettivo sono state eseguite due misure da 24h presso un punto prossimo all'infrastruttura stradale e all'interno del sedime aeroportuale.

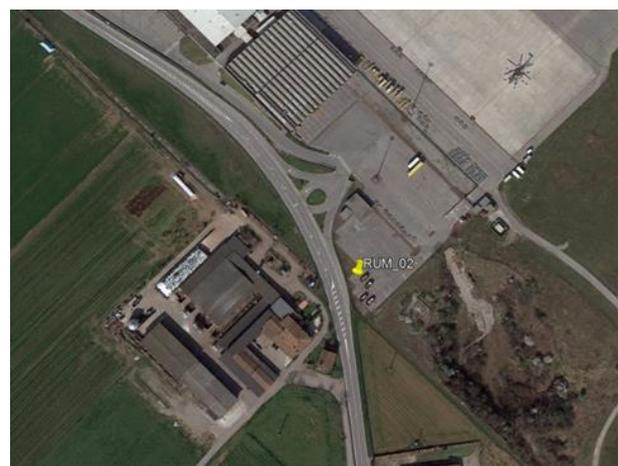
I risultati delle misure effettuate sono riportati nel dettaglio nell'allegato RUM_STR_AL_02 "Rapporto di misura indagine fonometrica e di traffico", al quale si rimanda.

Le due postazioni di misura sono di seguito rappresentate:

- RUM_01
- RUM_02



Punto di misura RUM_01



Punto di misura RUM_02

3.2.4.2 *Punto di misura RUM_01 - Misura spot*

Per la caratterizzazione del rumore stradale e quindi per la verifica dell'attendibilità della modellazione acustica sono stati effettuati due rilievi fonometrici di tipo "spot" da 30 minuti nella stessa postazione sia in condizioni mattutine che pomeridiane. Unitamente a quelli fonometrici sono stati condotti dei rilevamenti di traffico stradale.

Durante ciascun periodo di misura sono stati rilevati gli eventi acustici non di origine stradale e opportunamente filtrati in post elaborazione in modo da eliminare i relativi dati fonometrici dalla time history e poter determinare il valore di Leq(A) nel periodo di misura correlato esclusivamente ai flussi di traffico transitanti lungo la postazione.

Il rilevamento è stato effettuato previa l'ausilio di un fonometro ed un calibratore acustico, rispondenti alle specifiche di cui alla Classe 1 delle norme EN 60651/94 ed EN 60804/94, lungo l'asse stradale ad una distanza di circa 5 metri dal ciglio e ad un'altezza di circa 2 metri dal piano di campagna. Sono stati effettuati due campionamenti in continuo del livello equivalente di pressione sonora ponderata A con una frequenza di campionamento pari a 100 ms per una durata ciascuno di 30 minuti.

Misura spot				
Misura	Durata	Data e orario		
Mattina	30 minuti	Inizio	18/03/2021	11:15
		Fine	18/03/2021	11:45
Pomeriggio	30 minuti	Inizio	15/03/2021	14:17
		Fine	15/03/2021	14:47

Tabella 3-5 Periodi temporali della misura spot RUM_01

Le misure sono state eseguite in assenza di precipitazioni e con condizioni di vento inferiori ai 5 m/s. Dall'analisi in post elaborazione dei dati acustici rilevati è stato determinato il Leq(A) relativo al periodo di misura e i livelli statistici L10, L50, L90, L95, L99, Lmax e Lmin.

Di seguito è riportata una sintesi dei valori del Leq(A) divisi per misura.

Punto di misura	Data	Fascia oraria	Leq(A)
RUM_01	15/03/2021	14:17-14:47	70,3 dB(A)
	18/03/2021	11:15-11:45	71,9 dB(A)

Tabella 3-6 Risultati indagine fonometrica in Leq(A)

3.2.4.3 Punto di misura RUM_02 - Misura 24h

In questo caso sono state eseguite due misure fonometriche di durata pari a 24 ore con la finalità di caratterizzare il rumore ambientale del territorio allo stato attuale.

Il rilevamento è stato effettuato previa l'ausilio di un fonometro ed un calibratore acustico, rispondenti alle specifiche di cui alla Classe 1 delle norme EN 60651/94 ed EN 60804/94, lungo l'asse stradale ad una distanza di circa 5 metri dal ciglio e ad un'altezza di 4 metri dal piano di campagna. Il campionamento del rumore è stato effettuato in continuo con una frequenza di campionamento pari a 100 ms del livello acustico ponderato (A).

Misura giornaliera				
Misura	Durata	Data e orario		
1	24 ore	Inizio	15/03/2021	14:00
		Fine	16/03/2021	14:00
2	24 ore	Inizio	16/03/2021	14:00

Misura giornaliera				
Misura	Durata	Data e orario		
		Fine	17/03/2021	14:00

Tabella 3-7 Periodi temporali della misura giornaliera RUM_02

Le misure sono state eseguite in assenza di precipitazioni e con condizioni di vento inferiori ai 5 m/s. Dall'analisi in post elaborazione dei dati acustici rilevati è stato determinato il Leq(A) nel tempo di riferimento TR diurno (6:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), i valori orari e i livelli statistici L10, L50, L90, L95, L99, Lmax e Lmin.

Dallo schedulato dei voli operativi presso l'aeroporto sono stati individuati nella time history delle due misure gli eventi acustici di origine aeronautica e che hanno influenzato i livelli acustici e il loro andamento nel tempo di misura. Dalla individuazione dei SEL di ciascun evento acustico aeronautico è stato determinato sia il contributo specifico in termini di Leq(A) nel periodo diurno e notturno sia il contributo residuo, ovvero principalmente connesso alla sorgente veicolare lungo la SP37, sempre nei due periodi temporali di riferimento previsti dalla normativa.

Nella seguente tabella sono quindi riassunti i risultati ottenuti.

Misura	Durata	Leq(A) complessivo		Leq(A) aeroportuale		Leq(A) residuo	
		Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
1	24 h	66,7	60,9	53,1	51,4	66,5	60,4
2	24 h	66,6	59,9	51,9	48,6	66,4	59,6

Tabella 3-8 Sintesi dei risultati di indagine fonometrica in Leq(A)

3.3 Il clima acustico allo stato attuale

3.3.1 Scenari analizzati

L'impostazione metodologica assunta ha previsto l'analisi di 3 diversi scenari di traffico relativi allo stato attuale e riferiti sia al traffico stradale complessivo sulla scorta dei dati messi a disposizione dalla Provincia di Brescia e relativi alla SP37 sia ai singoli contributi connessi ai flussi veicolari di origine aeroportuale e quelle residui connessi alla mobilità territoriale.

I primi sono stati determinati sulla scorta delle considerazioni sviluppate nel precedente capitolo in termini di TGM distinto tra veicoli leggeri e pesanti e periodo diurno e notturno.

Facendo la differenza tra i flussi totali di traffico e quelli aeroportuali si determinano i relativi traffici connessi alla mobilità territoriale.

3.3.2 Dati di input

3.3.2.1 Parametri territoriali

Il primo step della modellazione acustica consiste nella ricostruzione all'interno del modello previsionale delle condizioni territoriali, ovvero l'orografia del territorio e gli elementi di antropizzazione del territorio ovvero edifici, strade, etc. che contribuiscono alla morfologia stessa dell'area di studio e quindi alla propagazione acustica del rumore stradale.

Attraverso i dati cartografici territoriali è stato costruito il Digital Ground Model (DGM), ovvero una modellazione digitale del terreno mediante interpolazione dei dati orografici inseriti in termini di linee di elevazione, punti quota, infrastrutture esistenti ed edifici rilevati in fase di censimento.

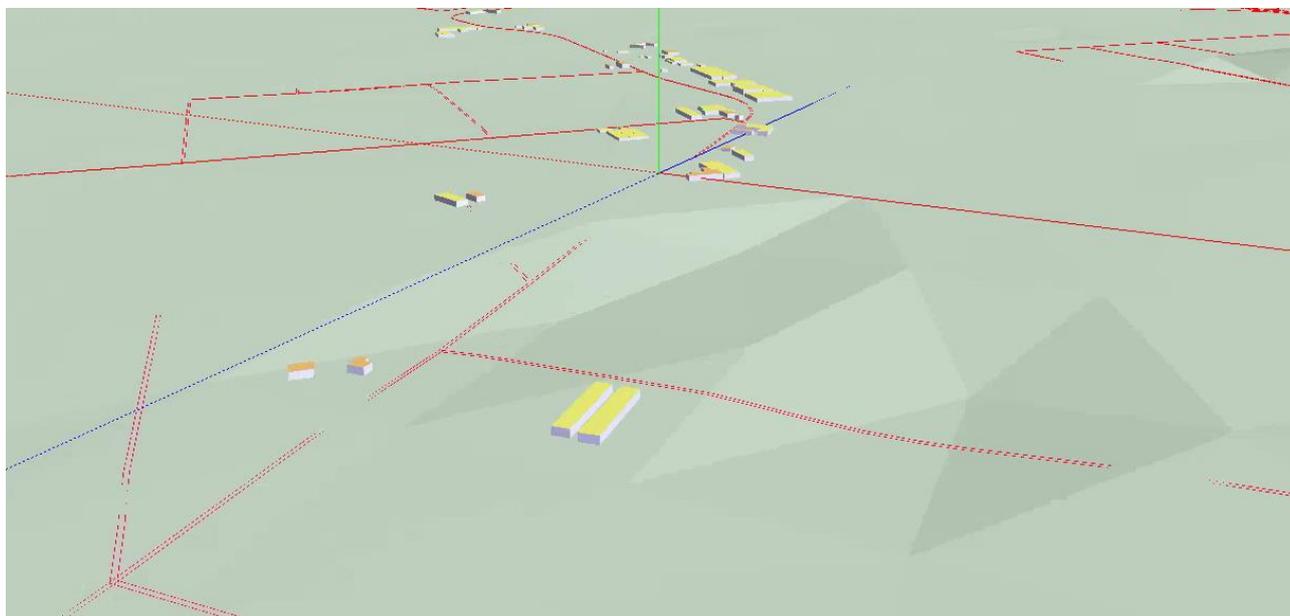


Figura 3-1 Modellazione tridimensionale in SoundPlan dello scenario attuale, esempio di costruzione del DGM in prossimità della zona sud dell'Aeroporto Montichiari

3.3.2.2 Sorgente stradale

All'interno del modello di simulazione SoundPlan le sorgenti acustiche stradali si definiscono sia in termini progettuali, ovvero sezione stradale, tipologia di asfalto, etc. che operativi ovvero flussi di traffico, velocità di percorrenza, etc.

Sezione stradale

L'infrastruttura stradale SP37 è caratterizzata da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. All'interno del modello questa è stata quindi costruita come strada ad unica carreggiata con doppia linea di emissione, una per corsia per senso di marcia.



Figura 3-2 Tratto della SP37 in prossimità dell'Aeroporto di Brescia-Montichiari

Il tratto che collega il raccordo autostradale Ospitaletto-Montichiari alla SP37 è costituito invece da due carreggiate con doppia corsia per senso di marcia. Nel modello è stato riprodotto anche questo particolare, inserendo una doppia linea di emissione per senso di marcia.



Figura 3-3 Collegamento stradale tra raccordo autostradale Ospitaletto-Montichiari e SP37

Flussi di traffico

Rispetto ai due periodi temporali di riferimento (diurno 6:00-22:00 e notturno 22:00-6:00) si definiscono i valori di traffico in termini di TGM distinti tra veicoli leggeri e pesanti. I dati di input inseriti nel modello, come anticipato nei capitoli precedenti, sono stati ottenuti da una rielaborazione dei dati di traffico provinciali riferiti al 2019.

Rispetto allo schema di rete riportato in Figura 3-4 per ciascuna tratta sono stati inseriti i valori di TGM all'interno del modello di simulazione.

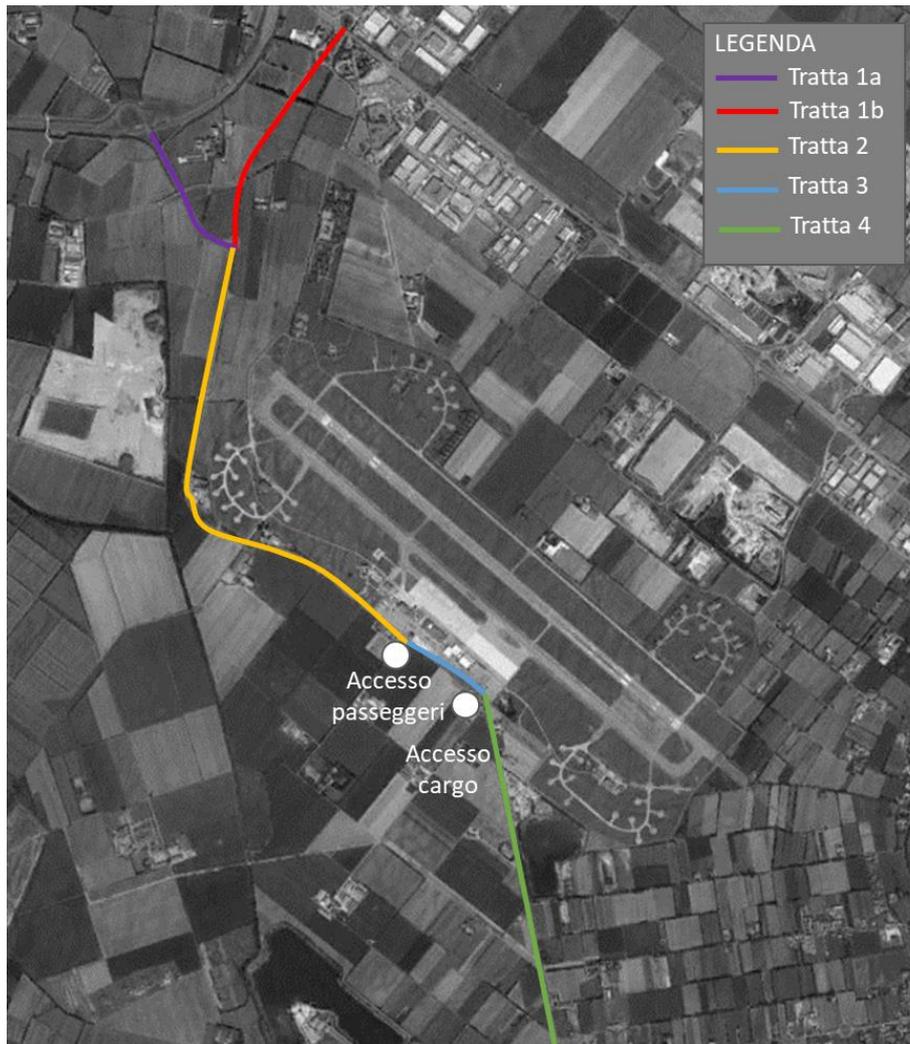


Figura 3-4 Schematizzazione dei flussi di traffico inseriti nel modello allo stato attuale

Nelle tabelle di seguito si riportano i valori di traffico inseriti per i diversi archi nel modello di simulazione relativi sia al traffico complessivo che ai diversi contributi specifici oggetto di verifica (traffico aeroportuale indotto e traffico residuo passante).

TGM Traffico Complessivo								
	Tratte 1a e 1b		Tratta 2		Tratta 3		Tratta 4	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Diurno	3330	624	6661	1248	6661	1248	6661	1248
Notturmo	299	40	598	80	598	80	598	80
TGM Traffico Aeroportuale Indotto								
	Tratte 1a e 1b		Tratta 2		Tratta 3		Tratta 4	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Diurno	66	4	131	7	33	7	33	0
Notturmo	0	24	0	47	0	45	0	0
TGM Traffico Residuo								
	Tratte 1a e 1b		Tratta 2		Tratta 3		Tratta 4	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Diurno	3264	620	6530	1241	6628	1241	6628	1248
Notturmo	299	16	598	33	598	35	598	80

Tabella 3-9 Dati di traffico complessivi e specifici allo stato attuale per le diverse tratte in studio

Velocità di percorrenza

Rispetto a tale parametro è stata assunta una velocità media di percorrenza sia per i veicoli leggeri che pesanti in entrambi i periodi temporali di riferimento pari a:

- 70 km/h con una condizione di flusso di traffico di tipo "fluidò" per i tratti di viabilità principale;
- 40 km/h per i rami di entrata/uscita dalle rotonde e per le rotonde.

Tipologia di asfalto

Come noto la tipologia di asfalto influenza l'emissione acustica della sorgente stradale. Nel caso specifico allo stato attuale è stato considerato un asfalto di tipo BBTM 0/6, ovvero in conglomerato bituminoso molto sottile, con una età del fondo stradale pari a 10 anni.

3.3.3 Output del modello

Come anticipato nel capitolo introduttivo i risultati della modellazione acustica permettono di determinare le condizioni di esposizione al rumore stradale del territorio e dei ricettori ricadenti all'interno dell'ambito di studio in termini sia di mappatura acustica al suolo che di valori puntuali rispetto al descrittore acustico $Leq(A)$ nel periodo diurno e notturno.

Prima di determinare gli output del modello necessari per le successive analisi di interferenza occorre verificare l'attendibilità della modellazione acustica mediante il confronto tra i valori misurati in corrispondenza della postazione fonometrica con quelli calcolati dal modello replicando la stessa posizione del microfono.

Parametri di calcolo

Per quanto concerne i parametri di impostazione del calcolo previsionale, il metodo di calcolo assunto è il NMPB Routes 2008.

Di seguito i parametri impostati per il calcolo previsionale.

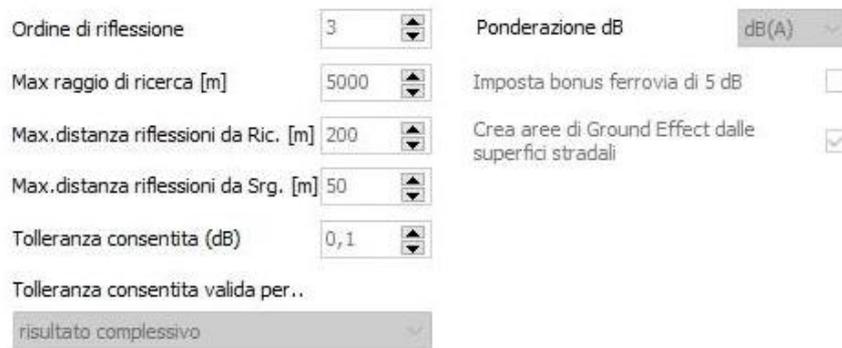


Figura 3-5 Impostazioni di calcolo in SoundPlan 8.2

Per quanto concerne le condizioni meteo favorevoli alla propagazione è stato assunto un valore pari al 50% nel periodo diurno e 70% in quello notturno.

Per quanto concerne il calcolo areale, è stata impostata una griglia di calcolo con maglia pari a 10 metri e una altezza rispetto al piano campagna di 4 metri. Il calcolo puntuale in corrispondenza delle facciate degli edifici è stato impostato considerando un ricevitore a centro facciata per tutti i lati dell'edificio in cui sono presenti infissi. La distanza di calcolo è impostata ad 1 metro come previsto dalla normativa.

Verifica affidabilità modellazione acustica

La verifica di affidabilità della modellazione acustica intende determinare il grado di attendibilità del risultato della simulazione ottenuta mediante il confronto con il dato puntuale determinato in fase di post elaborazione dei dati fonometrici rilevati durante l'indagine effettuata.

A tale scopo si è fatto riferimento ai dati fonometrici rilevati in corrispondenza della postazione RUM_01 utilizzata proprio per la caratterizzazione della sorgente stradale. Per tale postazione sono stati eseguiti due campionamenti da 30 minuti ciascuno durante i quali sono stati rilevati i livelli acustici e i flussi di traffico transitanti in modo da ottenere una relazione tra il traffico stradale e il rumore rilevato.

Replicando le medesime condizioni all'interno del modello acustico si è potuto verificare l'attendibilità della modellazione acustica nelle analisi previsionali areali attuali e future. A riguardo si è fatto riferimento ai valori di traffico e di rumore medi derivanti dalle due indagini eseguite. Il risultato ottenuto evidenziato in tabella seguente mostra come la modellazione acustica risulti attendibile e in grado di fornire un dato acustico calcolato in termini di mappatura acustica e livello puntuale in prossimità degli edifici sufficientemente valido e rappresentativo delle condizioni di esposizione al rumore stradale per gli edifici all'interno dell'ambito di studio.

Punto	Leq(A) misurato (a)		Leq(A) simulato (b)	Delta (a-b)
RUM_01	Mattina	70,3	71,3	0,1
	Pomeriggio	71,9		
	Leq medio	71,2		

Tabella 3-10 Verifica di attendibilità della modellazione acustica: confronto valori acustici calcolati dal modello e rilevati dal fonometro durante la campagna fonometrica

Mappatura acustica

Il risultato in termini di mappatura acustica è stato determinato considerando il traffico complessivo lungo la SP37, in quanto tale scenario è quello univocamente assunto per il confronto rispetto ai limiti normativi previsti secondo il DPR 142/2004.

La mappatura acustica è stata definita all'interno dell'ambito di studio in termini di curve di isolivello acustico in Leq(A) con un passo di 5 dB(A) fino al valore minimo dei 40 dB(A). I risultati sono rappresentati negli elaborati grafici (Allegati **RUM_STR_AL_05** e **RUM_STR_AL_06**).

Valori acustici in corrispondenza dei ricettori

I livelli acustici indotti dalla sorgente stradale sono stati determinati inoltre in maniera puntuale in corrispondenza delle facciate, ad 1 m di distanza, degli edifici interni all'ambito di studio. Il calcolo è stato effettuato per ogni piano degli edifici e per tutte le facciate degli stessi con destinazione residenziale e commerciale. Non sono presenti all'interno dell'ambito di studio edifici sensibili.

Il ricevitore di calcolo è stato inoltre posizionato ad una altezza di 1,5 m dal livello del pavimento per ciascun piano.

La stima del valore acustico in facciata è stata effettuata considerando sia il traffico complessivo lungo la SP37, i cui valori sono stati poi confrontati con i limiti normativi, sia i contributi di traffico specifici aeroportuale e residuo.

Nell'allegato RUM_STR_AL_03 si riporta la tabella complessiva dei valori di Leq(A) calcolati in facciata considerando tutti i ricettori residenziali e commerciali e la facciata corrispondente alla massima esposizione al rumore stradale. Per ciascun edificio si riportano i valori di Leq(A) stimati considerando l'intero traffico stradale lungo la SP37, il loro confronto con i limiti normativi e l'eventuale condizione di superamento. Inoltre si riportano i valori di Leq(A) calcolati considerando i contributi di traffico specifici, ovvero il traffico aeroportuale indotto e il traffico residuo indotto dalla mobilità territoriale, e il loro confronto in modo da dare evidenza dell'incidenza del rumore strada di origine aeroportuale rispetto a quello residuo.

Nel complesso allo stato attuale si evince una condizione di superamento per 4 ricettori di cui 3 nel periodo diurno e 3 in quello notturno.

Codice Ricettore	Piano	Dest. d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Impatto residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R077	Terra	Comm.	70	-	71,6	63,3	1,6	-
	1	Comm.	70	-	71,3	63,1	1,3	-
	2	Comm.	70	-	70,5	62,3	0,5	-
R092	Terra	Res.	70	60	72,8	64,5	2,8	4,5
	1	Res.	70	60	72	63,7	2	3,7
R111	Terra	Res.	70	60	68,9	60,6	-	0,6
	1	Res.	70	60	69,4	61,1	-	1,1
	2	Res.	70	60	69	60,8	-	0,8
R130	Terra	Res.	67	57	67,4	59,1	0,4	2,1
	1	Res.	67	57	66,8	58,4	-	1,4

Tabella 3-11 Ricettori per i quali si evince una condizione di superamento del limite acustico allo stato attuale – confronto dei livelli $Leq(A)$ calcolati all'esterno degli edifici e limiti acustici indicati dal DPR 142/04

Dall'individuazione planimetrica dei suddetti edifici si evince come questi siano posizionati in prossimità della sezione stradale. In Figura 3-6 si riporta uno stralcio della planimetria dei ricettori nella quale si evince la localizzazione degli stessi rispetto all'aeroporto e alla SP37.



Figura 3-6 Ricettori con superamento dei limiti acustici allo stato attuale. In giallo sono evidenziati i superamenti durante il periodo diurno ed in azzurro i superamenti durante il periodo notturno

Dall'analisi dei risultati e dei ricettori si evince come essendo l'edificio R077 a destinazione commerciale, seppur allo stato attuale questo risulti essere in stato degradato in abbandono, la verifica della condizione di superamento è riscontrata esclusivamente per il periodo diurno. Al contrario per i ricettori residenziali R092, R111 e R130 si riscontra un livello acustico in facciata superiore al limite previsto sia nel periodo diurno che notturno.

Stante l'obiettivo principale del presente studio, ovvero quello di verificare come incida sul clima acustico stradale lungo la SP37 l'aeroporto di Brescia-Montichiari con la propria componente di traffico indotto, sono stati analizzati separatamente i flussi veicolari connessi al traffico aereo e alla mobilità territoriale indipendente allo scalo. Così facendo per ciascun ricettore è stato determinato il contributo specifico in $Leq(A)$ associato al traffico indotto aeroportuale e alla mobilità territoriale intesa come traffico veicolare residuo.

Dalla differenza tra i livelli acustici $Leq(A)$ specifiche delle due componenti di traffico assunte si evince l'incidenza della sorgente aeroportuale rispetto alla residua.

Codice Ricettore	Piano	Dest. d'uso	Traffico aeroporto (A)		Traffico residuo (B)		Incidenza aeroporto (A-B)	
			Livelli esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Diurno	Notturno
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno		
R077	Terra	Comm.	52	-	71,5	-	-19,5	-
	1	Comm.	51,8	-	71,3	-	-19,5	-
	2	Comm.	51	-	70,5	-	-19,5	-
R092	Terra	Res.	45,8	29,8	72,8	64,5	-27	-34,7
	1	Res.	45	31,9	72	63,7	-27	-31,8
R111	Terra	Res.	41,8	17,9	68,9	60,6	-27,1	-42,7
	1	Res.	42,3	18,1	69,4	61,1	-27,1	-43
	2	Res.	42	18,1	69	60,7	-27	-42,6
R130	Terra	Res.	39,8	14,9	67,4	59,1	-27,6	-44,2
	1	Res.	39,2	14,8	66,8	58,4	-27,6	-43,6

Tabella 3-12 Ricettori per i quali si evince una condizione di superamento del limite acustico allo stato attuale – confronto dei livelli Leq(A) associati alle componenti di traffico aeroportuale e residua e verifica dell'incidenza del contributo emissivo di origine aeroportuale

Dal confronto dei livelli acustici Leq(A) associati alle due componenti di traffico specifiche si evince come i flussi di traffico aeroportuali siano tali da indurre livelli acustici sensibilmente inferiori rispetto a quelli indotti dal traffico residuo. I livelli acustici indotti dal traffico stradale connesso alla mobilità territoriale indipendente dall'aeroporto risultano essere superiori di oltre 20 dB(A) rispetto a quelli indotti dal traffico aeroportuale. Per i ricettori posti a sud dell'aeroporto lungo la SP37 tale differenza risulta essere ancora più grande, specie nel periodo notturno dove il contributo aeroportuale è del tutto nullo con valori di Leq(A) inferiore ai 20 dB(A) (cfr. Tabella 3-12, ricettori R111 e R130).

Ne deriva quindi come per lo stato attuale l'incidenza della componente aeroportuale sul clima acustico indotto dal traffico stradale lungo la SP37 sia trascurabile. Per tutti i ricettori che presentano un superamento dei limiti acustici, la differenza tra il valore di traffico residuo ed il livello di traffico indotto aeroportuale è ben superiore ai 10 dB(A) e quindi la componente di traffico aeroportuale può ritenersi una "sorgente acustica muta". Ne consegue come la condizione di superamento né sia attribuibile al traffico aeroportuale indotto né questa costituisca un contributo rilevante.

3.4 Il clima acustico allo stato 2030

3.4.1 Scenari analizzati

Gli scenari analizzati nello studio acustico previsionale al 2030 sono gli stessi assunti per le analisi acustiche relative allo stato attuale. Anche in questo caso, quindi, sono stati calcolati sia i livelli acustici indotti dal traffico stradale complessivo che quelli specifici indotti dal traffico di origine aeroportuale e da quello della mobilità territoriale.

Per quanto riguarda il traffico di origine aeroportuale sono stati considerati i valori in TGM stimati nel capitolo 2.2.2 per lo scenario 2030 secondo l'evoluzione del traffico aereo atteso per l'aeroporto di Brescia Montichiari e l'assetto infrastrutturale di PSA.

Il traffico residuo, ovvero quello indotto dalla mobilità territoriale, è stato assunto costante e pari ai flussi di traffico dello stato attuale. Non è stato quindi ipotizzato alcun incremento per la componente di traffico residuo in modo da mantenere un approccio cautelativo nelle analisi previsionali sviluppate

per la verifica delle condizioni di esposizione al rumore da traffico stradale secondo lo sviluppo dell'aeroporto.

Dalla somma dei due contributi specifici è stato determinato il traffico stradale complessivo al 2030.

3.4.2 Dati di input

3.4.2.1 *Parametri territoriali*

Rispetto all'insieme dei parametri territoriali, la modellazione allo scenario futuro si aggiorna considerando:

- le modifiche di tracciato previste per la SP37 a seguito del nuovo assetto aeroportuale;
- la presenza di nuove rotonde in corrispondenza degli ingressi all'aeroporto;
- la presenza di più varchi di ingresso all'area aeroportuale distinti tra accessi passeggeri e cargo;
- la presenza di nuovi edifici aeroportuali che influenzano la propagazione delle onde acustiche nell'ambiente.

Certamente l'intervento più significativo è la modifica del tracciato della SP37 in corrispondenza della testata nord della pista di volo dell'aeroporto. Tale modifica di tracciato, seppur modificando le fasce di pertinenza acustica e la propagazione delle onde acustiche indotte dalla sorgente veicolare, non induce modifiche significative sul territorio essendo tale area priva di edifici e possibili ricettori.

La presenza, inoltre, di 5 nuove rotonde lungo la SP37 in corrispondenza dell'accesso aeroportuale modifica le condizioni di percorrenza delle diverse tratte stradali interposte tra esse in quanto si riduce la velocità di percorrenza dei veicoli sia in corrispondenza delle stesse sia lungo gli archi in corrispondenza degli accessi aeroportuali per effetto della distanza che intercorre tra due rotonde consecutive tale da impedire mediamente di raggiungere i 70 km/h. In linea generale si può affermare come la presenza di tali rotonde oltre ad indurre un beneficio in termini di sicurezza stradale per effetto di una riduzione di velocità dei veicoli, permette un contenimento acustico essendo l'emissione veicolare correlata anche alla velocità di percorrenza dei veicoli.

Nell'ambito degli interventi infrastrutturali previsti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale, lo scenario futuro è caratterizzato dalla presenza di un'area dedicata al traffico cargo nella parte sud-ovest del sedime aeroportuale. Oltre alla presenza di nuovi edifici dedicati alla movimentazione delle merci, lo scenario 2030 è caratterizzato dalla presenza di un nuovo varco di accesso aeroportuale per il traffico merci che assieme all'attuale varco a sud del terminal passeggeri gestisce il traffico aeroportuale pesante in ingresso/uscita dall'aeroporto.

In figura seguente si riporta l'assetto infrastrutturale della SP37 e dell'aeroporto al 2030 con evidenziati sia i tratti stradali della SP37 oggetto di modifica sia i nuovi edifici aeroportuali.

La modellazione acustica è stata quindi implementata in funzione del layout di progetto modificando quindi l'orografia, implementando la nuova viabilità ed i nuovi edifici aeroportuali in tutti gli scenari post operam.

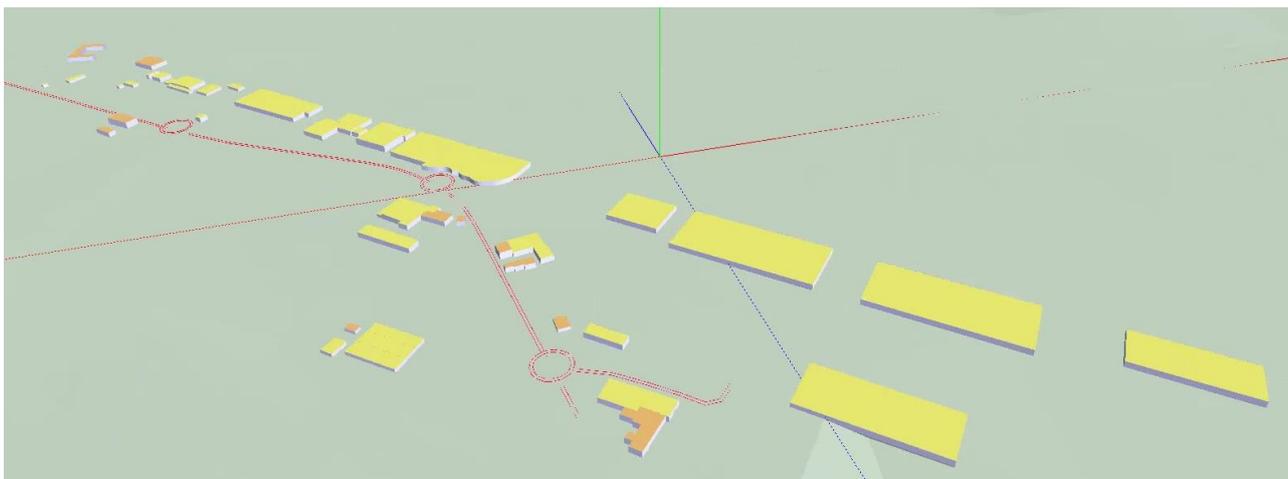


Figura 3-7 Modellazione tridimensionale in SoundPlan dello scenario futuro, esempio di costruzione del DGM in prossimità della zona sud dell'Aeroporto Montichiari con implementazione della viabilità modificata e dei nuovi edifici aeroportuali

3.4.2.2 Sorgente stradale

Specificatamente alla sorgente stradale le modifiche apportate alla modellazione acustica si riferiscono sia al nuovo layout della SP37 sia ai flussi di traffico e alle condizioni di percorrenza sulle diverse tratte della stessa.

Sezione stradale

Non viene apportata nessuna modifica alla sezione stradale delle diverse tratte in studio. Rispetto a tale parametro la modellazione acustica non è oggetto di modifica.

Tracciato stradale

Il tracciato stradale della SP37 viene modificato secondo il layout di progetto, ovvero con il tratto in variante in corrispondenza della testata nord della pista di volo e la presenza delle nuove rotonde in prossimità dell'aeroporto.

Flussi di traffico

In riferimento ai flussi di traffico la modellazione acustica viene modificata tenendo conto del nuovo assetto infrastrutturale dell'aeroporto che vede la presenza di 3 varchi di accesso contro i 2 dello stato attuale di cui 1 dedicato al traffico passeggeri, in prossimità del terminal, e 2 dedicati al traffico cargo/courier più a sud.

In Figura 3-8 si riporta lo schema di accesso per il traffico pesante merci suddiviso equamente tra i due accessi aeroportuali in corrispondenza delle nuove rotonde di progetto in prossimità dell'aeroporto.

In ragione della presenza di più varchi di accesso e della diversa distribuzione del traffico aeroportuale indotto si individuano 5 diverse tratte (cfr. Figura 3-9). Per ciascuna di esse sono definiti i flussi di traffico inseriti nel modello previsionali e distinti rispetto ai volumi complessivi, indotti aeroportuale e residui (mobilità territoriale non connessa all'aeroporto).

TGM Scenario Traffico Complessivo										
	Tratte 1a e 1b		Tratta 2		Tratta 3		Tratta 4		Tratta 5	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Diurno	4350	782	8703	1563	7171	1535	7171	1321	7171	1248
Notturmo	299	131	598	265	598	245	598	133	598	80
TGM Scenario Traffico Aeroportuale Indotto										
	Tratte 1a e 1b		Tratta 2		Tratta 3		Tratta 4		Tratta 5	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Diurno	1086	161	2173	323	543	294	543	73	543	0
Notturmo	0	116	0	231	0	210	0	53	0	0
TGM Scenario Traffico Residuo										
	Tratte 1a e 1b		Tratta 2		Tratta 3		Tratta 4		Tratta 5	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Diurno	3264	620	6530	1241	6628	1241	6628	1248	6628	1248
Notturmo	299	16	598	33	598	35	598	80	598	80

Tabella 3-13 Dati di traffico complessivi e specifici allo stato 2030 per le diverse tratte in studio

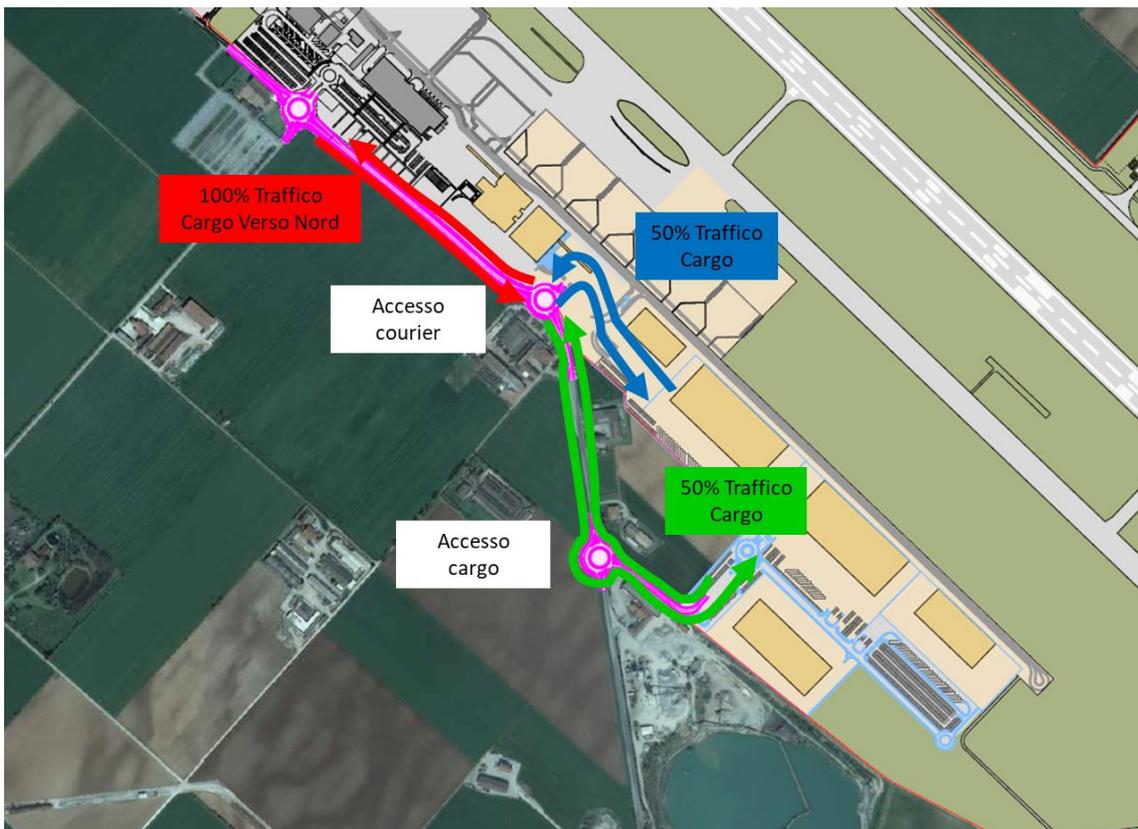


Figura 3-8 Schematizzazione dei percorsi del traffico cargo in ingresso ed uscita dal sedime aeroportuale

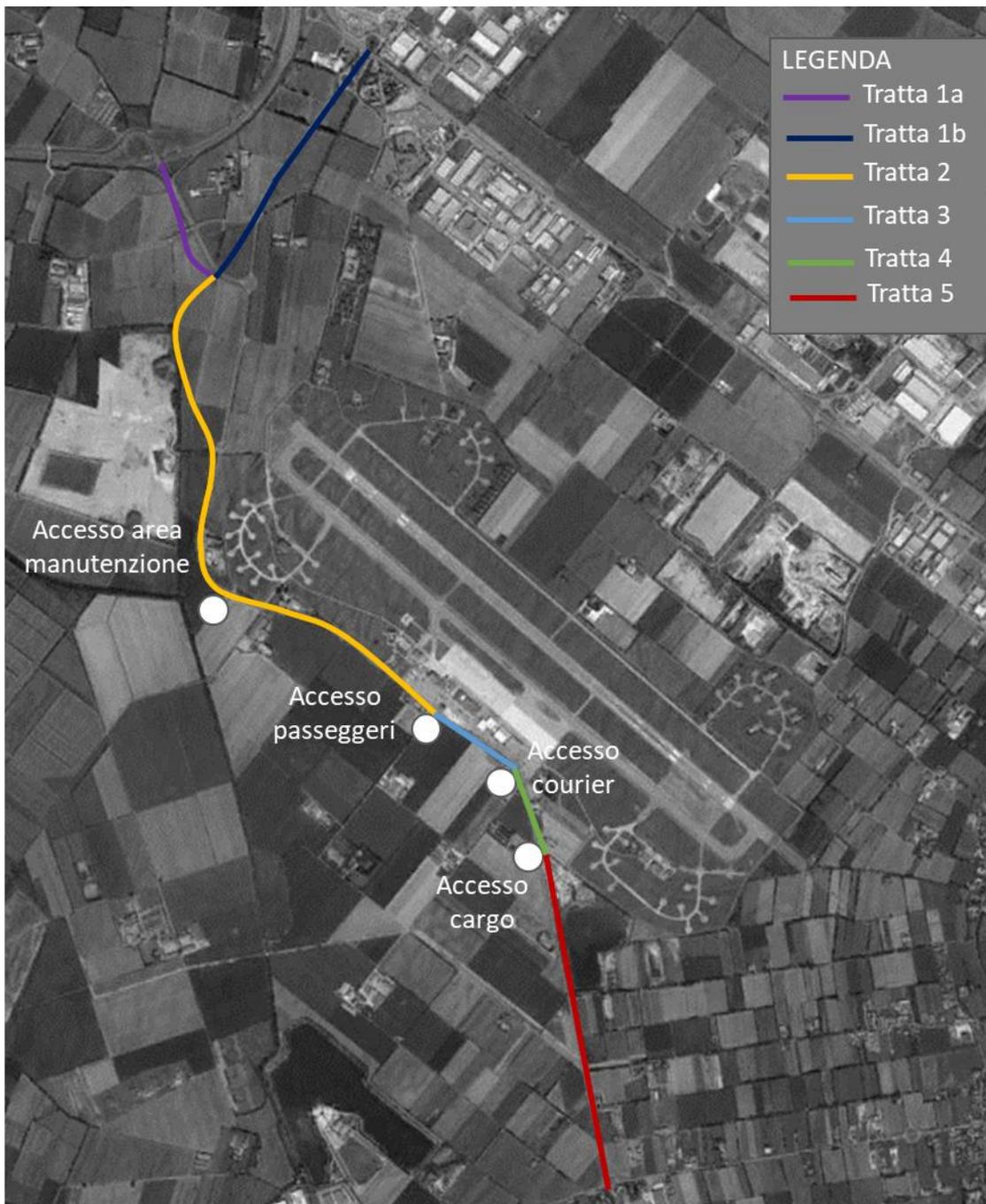


Figura 3-9 Schematizzazione dei flussi di traffico inseriti nel modello allo stato 2030

Velocità di percorrenza

Rispetto a tale parametro è stata assunta una velocità media di percorrenza sia per i veicoli leggeri che pesanti in entrambi i periodi temporali di riferimento pari a:

- 70 km/h con una condizione di flusso di traffico di tipo "fluidico" per i tratti di viabilità principale;
- 50 km/h per i rami in prossimità degli accessi aeroportuali;
- 40 km/h per i rami di entrata/uscita dalle rotatorie e per le rotatorie.

La Figura 3-10 illustra la schematizzazione della nuova viabilità implementata in prossimità degli accessi aeroportuali e degli annessi limiti di velocità adottati.

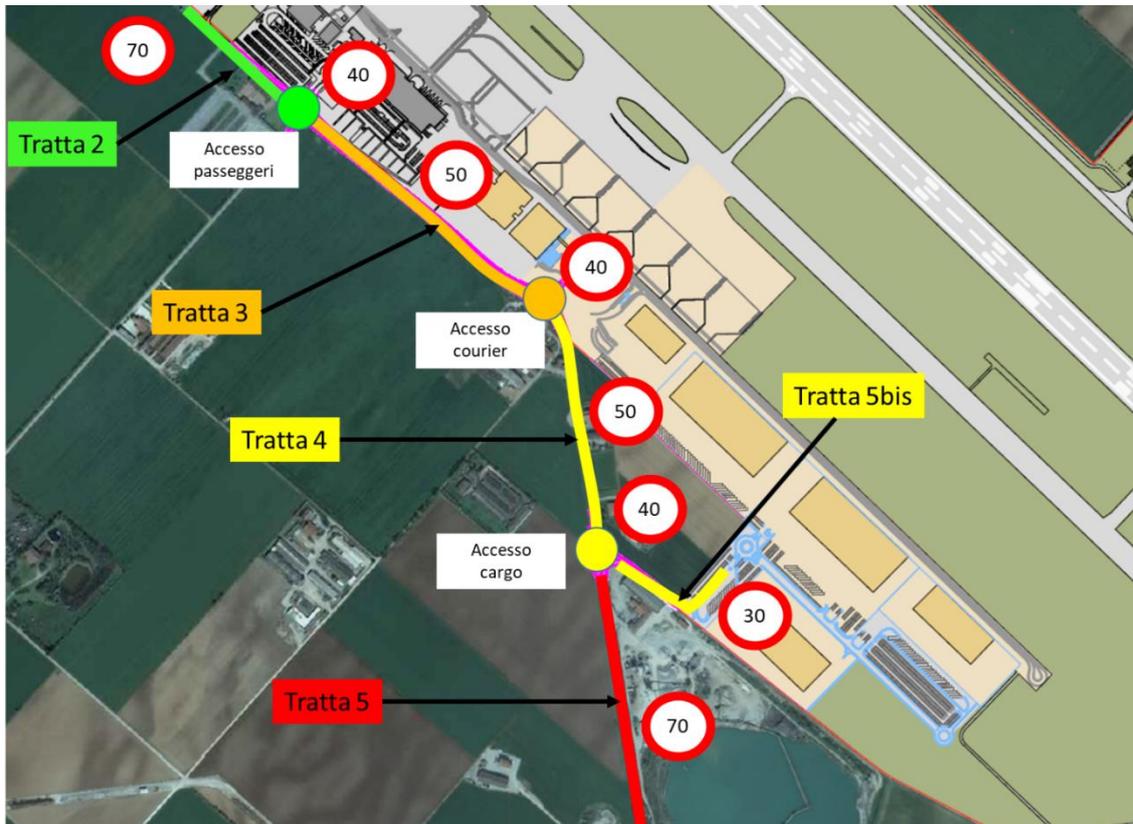


Figura 3-10 Schematizzazione della viabilità allo stato futuro in prossimità degli accessi aeroportuali implementata nel modello previsionale e limiti di velocità inseriti nel modello

Tipologia di asfalto

Non è stata apportata alcuna modifica alla tipologia di asfalto rispetto allo stato attuale, ovvero le simulazioni acustiche previsionali tengono conto di un asfalto di tipo BBTM 0/6, ovvero in conglomerato bituminoso molto sottile, con una età del fondo stradale pari a 10 anni. Anche in questo caso la scelta di assumere tale tipologia di asfalto rientra nell'impostazione cautelativa dello studio acustico previsionale in quanto considerare una tipologia di pavimentazione di nuova realizzazione e di tipo fonoassorbente indurrebbe certamente ad un contenimento dell'emissione acustica stradale.

3.4.3 Output del modello

L'output del modello è analogo a quello allo stato attuale. La metodica di calcolo e i parametri di impostazione non sono stati modificati rispetto alla modellazione acustica dello stato attuale mantenendo pertanto invariata il grado di accuratezza del risultato e la robustezza in generale del modello costruito.

Mappatura acustica

Il risultato in termini di mappatura acustica è riportato negli allegati grafici RUM_STR_AL_07 e RUM_STR_AL_08. Il risultato si riferisce alle curve di isolivello acustico in $Leq(A)$ all'interno

dell'ambito di studio calcolate a 4 m dal piano campagna considerando i flussi di traffico complessivi lungo la viabilità di accesso aeroportuale.

Valori acustici in corrispondenza dei ricettori

Per quanto concerne i valori acustici puntuali calcolati in corrispondenza dei ricettori residenziali e commerciali, non sono presenti edifici a destinazione sensibile, questi sono riportati nell'allegato RUM_STR_AL_03. In questo caso, come per lo stato attuale, i valori puntuali sono stati determinati sia per il traffico veicolare complessivo, i cui risultati sono stati confrontati con i limiti normativi, sia per le componenti specifiche aeroportuali e residue in modo da verificare l'incidenza della componente aeroportuale rispetto al residuo e quindi la significatività del rumore indotto di origine aeroportuale.

I risultati sono riferiti sia al periodo diurno che notturno, in conformità alla normativa in materia di inquinamento acustico di riferimento.

Dall'analisi dei livelli acustici in facciata si evince allo stato futuro 2030 una condizione di costanza dei ricettori soggetti a livelli di rumore superiori a quella soglia. Considerando i flussi di traffico complessivi, per i ricettori R077, R092, R111 e R130, per i quali già allo stato attuale era stata evidenziata una condizione di criticità, permane il superamento dei valori limite diurni e notturni. Nella tabella seguente si riportano i valori di Leq(A) calcolati in corrispondenza dei suddetti ricettori per il periodo diurno e notturno considerando i flussi di traffico complessivi.

Codice Ricettore	Piano	Dest. d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Impatto residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R077	Terra	Comm.	70	-	72,6	-	2,6	-
	1	Comm.	70	-	72,4	-	2,4	-
	2	Comm.	70	-	71,6	-	1,6	-
R092	Terra	Res.	70	60	70,8	64,4	0,8	4,4
	1	Res.	70	60	70	63,6	-	3,6
R111	Terra	Res.	70	60	69	60,6	-	0,6
	1	Res.	70	60	69,5	61,1	-	1,1
	2	Res.	70	60	69,2	60,8	-	0,8
R130	Terra	Res.	67	57	67,5	59,1	0,5	2,1
	1	Res.	67	57	66,9	58,4	-	1,4

Tabella 3-14 Ricettori per i quali si evince una condizione di superamento del limite acustico allo stato 2030– confronto dei livelli Leq(A) calcolati all'esterno degli edifici e limiti acustici indicati dal DPR 142/04

In termini quantitativi anche l'entità del superamento risulta essere costante rispetto allo stato attuale, con valori che nella condizione più critica risultano essere dell'ordine di 4 dB(A) e non subiscono incrementi al 2030.

Come per lo stato attuale, anche per il 2030 mediante il software previsionale sono state calcolati distintamente le componenti di traffico e i loro effetti acustici sui ricettori all'esterno della facciata. Nella tabella seguente si riportano i valori puntuali di Leq(A) associati alla componente di traffico

stradale di origine aeroportuale e a quella indotta dal traffico territoriale (componente residua non connessa alla presenza dell'aeroporto).

Codice Ricettore	Piano	Dest. d'uso	Traffico aeroporto (A)		Traffico residuo (B)		Incidenza aeroporto (A-B)	
			Livelli esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)			
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R077	Terra	Comm.	66,1	-	71,5	-	-5,4	-
	1	Comm.	65,9	-	71,3	-	-5,4	-
	2	Comm.	65	-	70,5	-	-5,5	-
R092	Terra	Res.	59,8	59,9	70,4	62,1	-10,6	-2,2
	1	Res.	59	59,1	69,6	61,3	-10,6	-2,2
R111	Terra	Res.	54	25,3	68,9	60,6	-14,9	-35,3
	1	Res.	54,5	25,3	69,3	61,1	-14,8	-35,8
	2	Res.	54,1	25,3	69	60,7	-14,9	-35,4
R130	Terra	Res.	52	22,1	67,4	59,1	-15,4	-37
	1	Res.	51,4	22,1	66,8	58,4	-15,4	-36,3

Tabella 3-15 Ricettori per i quali si evince una condizione di superamento del limite acustico allo stato 2030 – confronto dei livelli Leq(A) associati alle componenti di traffico aeroportuale e residua e verifica dell'incidenza del contributo emissivo di origine aeroportuale

Dal confronto tra i livelli acustici associati alle singole componenti di traffico si evince come per i ricettori R111 e R130 la condizione di esposizione al rumore stradale oltre i valori soglia previsti dal DPR 142/2004 per una infrastruttura viaria di tipo Cb non è imputabile alla presenza dell'aeroporto in virtù dell'entità dei flussi di traffico indotto aeroportuale che si riversano sulla SP37 in direzione sud e dei conseguenti valori in Leq(A) calcolati. In questo caso, infatti, la componente aeroportuale induce livelli acustici sensibilmente inferiori a quelli associati alla componente di traffico residua con differenze dell'ordine dei 15 dB(A) nel periodo diurno e oltre i 35 dB(A) in quello notturno. Rispetto quindi ai suddetti ricettori la sorgente veicolare aeroportuale si comporta come una "sorgente acustica muta", specie nel periodo notturno (il Leq(A) indotto calcolato è dell'ordine dei 25 dB(A)). Condizione differente per i ricettori R077 e R092 per i quali il traffico di origine aeroportuale da un contributo più evidente. Occorre tuttavia fare delle precisazioni in merito agli input utilizzati nelle simulazioni acustiche. In particolare:

- *Emissioni acustiche veicolari*

Nelle analisi previsionali al 2030 non si è tenuto conto di un miglioramento del parco veicolare in termini di emissioni acustiche che è presumibile prevedere in un orizzonte di 10 anni.

- *Tipologia di asfalto*

Le simulazioni tengono conto di un asfalto di tipo tradizionale con un livello di degrado pari a 10 anni. Questo implica una maggior emissione della sorgente veicolare data dalla componente emissiva connessa al rotolamento dello pneumatico sul piano stradale.

- *Condizione di superamento allo stato attuale*

Le analisi acustiche sviluppate per lo stato attuale evidenziano una condizione di superamento per i suddetti ricettori attribuibile ai flussi veicolari residui lungo la SP37 in ragione di una non significativa incidenza della componente aeroportuale. Tale condizione implica come da un punto di vista normativo, tali ricettori dovrebbero essere già oggetto di risanamento acustico da parte dell'Ente Gestore l'infrastruttura viaria e quindi poter essere assunti come già risanati allo stato attuale mediante soluzioni di tipo diretto o indiretto sulla base delle considerazioni che l'Ente Gestore intende adottare.

- *Interventi infrastrutturali lungo la SP37*

I ricettori R077 e R097 sono posizionati lungo la SP37 in corrispondenza dei tratti della stessa oggetto di intervento con la realizzazione di nuove rotatorie. In primo luogo la presenza delle stesse implica, per effetto della riduzione di velocità di transito, un beneficio in termini emissivi acustici e quindi dei livelli indotti sui ricettori. In secondo luogo, prevedendo nell'ambito degli interventi infrastrutturali, l'adozione di un asfalto drenante fonoassorbente è possibile ridurre ulteriormente l'emissione acustica della sorgente stradale di anche di 4-5 dB(A) a seconda della tipologia di materiale.

- *Abbattimento acustico della facciata*

Il DPR 142/2004 definisce dei livelli acustici all'interno degli ambienti abitativi e fissati a 40 dB(A) per il periodo notturno nella condizione di finestre chiuse. In linea generale da studi sperimentali bibliografici l'involucro edilizio di una abitazione è in grado di attenuare il livello acustico esterno di circa 20 dB(A). Nel caso specifico del ricettore R092 dalle analisi territoriali eseguite si evince una condizione di ottimo stato, essendo stato oggetto di recente ristrutturazione, e quindi di prestazione acustica maggiore rispetto allo standard medio. È presumibile ritenere quindi come nel caso specifico l'attenuazione del rumore esterno della facciata possa indurre un livello acustico interno conforme ai limiti acustici interni previsti dal DPR stesso.

Per quanto riguarda invece il ricettore a destinazione commerciale R077, per tale tipologia il DPR 142/2004 non prevede specifici limiti acustici interni. Seppur come detto le attività di risanamento acustico sono in carico all'Ente Gestore ai sensi del DM 29.11.2000, in ragione della pregressa condizione di superamento riscontrata allo stato attuale, si fa presente come eventuali interventi di ristrutturazione da parte della proprietà debbano essere conformi ai requisiti acustici passivi previsti dalla normativa e quindi tali da mitigare il rumore esterno di origine stradale.



Figura 3-11 Ricettore R092, facciata esposta al rumore stradale lungo la SP37 e numero e tipologia infissi interessati

– *Monitoraggi preliminari di verifica potenziale superamento*

Si prevede la possibilità di eseguire monitoraggi acustici nel corso di sviluppo del Masterplan al fine di verificare il reale clima acustico indotto dal traffico veicolare in conseguenza del graduale incremento della componente aeroportuale indotto e quindi della reale necessità di prevedere interventi di mitigazione acustica.

Si specifica comunque che il ricettore R092 sarà oggetto di monitoraggio e se si dovessero nel futuro superare i limiti si potrà eseguire un intervento di contenimento (barriera acustica in luogo della recinzione perimetrale o intervento diretto)..

3.5 La verifica del rumore di origine veicolare e l'incidenza del traffico aeroportuale indotto

Come detto lo studio acustico sviluppato nel presente documento ha come obiettivo quello di verificare le condizioni di esposizione al rumore stradale dei ricettori posti lungo la SP37 quale accessibilità all'aeroporto di Brescia Montichiari e verificare l'incidenza della componente di traffico indotta dall'aeroporto. Le verifiche sono state eseguite sia rispetto lo stato attuale che previsionale secondo l'evoluzione dell'aeroporto al 2030 prevista dal Gestore nell'ambito del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

Per entrambi gli scenari di studio è stata sviluppata una modellazione acustica all'interno del software SoundPlan 8.2 in modo da determinare i livelli acustici indotti dal traffico veicolare sia secondo i flussi stradali complessivi che rispetto ai contributi specifici associati all'aeroporto e alla mobilità territoriale.

Rispetto al primo caso i risultati ottenuti sono stati confrontati con i limiti normativi previsti dal DPR 142/2004 all'interno delle fasce di pertinenza acustica per verificare la presenza di eventuali condizioni di criticità, ovvero di superamento della soglia limite nel periodo diurno e notturno. Nel

secondo caso invece, analizzando le due componenti di traffico distinte, è stato possibile verificare in primo luogo l'incidenza della sorgente aeroportuale rispetto alla residua, ovvero alla mobilità territoriale non connessa all'aeroporto, e successivamente, per i ricettori per i quali precedentemente è stata riscontrata una condizione di superamento del valore soglia, individuata la componente di traffico prevalente.

Le simulazioni acustiche sviluppate per lo stato attuale di riferimento hanno messo in evidenza una condizione di superamento per quattro edifici posti lungo la SP37. Dall'analisi specifica dei livelli acustici associati alle due componenti di traffico, aeroportuale e residua, ha evidenziato come tale condizione di superamento sia attribuita esclusivamente al traffico residuo. Per tali edifici, infatti, la differenza tra il valore di traffico residuo ed il livello di traffico indotto aeroportuale è ben superiore ai 10 dB(A) e quindi la componente di traffico aeroportuale può ritenersi una "sorgente acustica muta". Ne consegue come la condizione di superamento né sia attribuibile al traffico aeroportuale indotto né questa costituisca un contributo rilevante.

Ai sensi del DM 29.11.2000 sarà, quindi, l'Ente Gestore dell'infrastruttura viaria SP37 a provvedere nelle modalità previste dalla normativa a specifici interventi di risanamento acustico di tipo diretto e/o indiretto secondo le proprie considerazioni che intende adottare.

Per lo scenario operativo al 2030 tale condizione permane. Se per i ricettori R111 e R130, posti lungo la SP37 a sud dell'aeroporto la condizione di superamento dei limiti acustici stradali continua ad essere unicamente attribuita al traffico residuo, per gli edifici R077 e R092 posti in corrispondenza dello scalo di Brescia-Montichiari l'incidenza della sorgente veicolare aeroportuale risulta maggiore seppur non prevalente essendo i livelli acustici aeroportuali inferiori a quelli residui.

Ciò nonostante l'interferenza indotta sul clima acustico dalla sorgente veicolare aeroportuale può ritenersi trascurabile per le seguenti motivazioni:

- il parco veicolare al 2030 è presumibile essere più performante rispetto all'attuale anche sotto il profilo emissivo acustico;
- le simulazioni hanno tenuto conto di una tipologia di asfalto tradizionale con un livello di degrado pari a 10 anni;
- la condizione di superamento per i suddetti ricettori sarà risolta nell'ambito del piano di risanamento acustico ai sensi del DM 29.11.2000 sviluppato dall'Ente Gestore essendo verificata già allo stato attuale;
- nell'ambito degli interventi infrastrutturali previsti lungo la SP37, la presenza delle rotatorie induce un miglioramento delle condizioni di percorrenza sotto il profilo acustico. Tale beneficio potrà essere ulteriormente ottimizzato prevedendo la stesa di un asfalto fonoassorbente lungo i tratti contigui le nuove rotatorie;
- l'attenuazione acustica associata all'involucro edilizio del ricettore residenziale R092 maggiormente interferito dalla componente aeroportuale, in virtù dell'ottimo stato conservativo e della recente ristrutturazione, è certamente tale da indurre livelli acustici interni conformi a quelli indicati dal DPR 142/2004 come valori limite.

In ogni caso il ricettore R092, residenziale, sarà oggetto di monitoraggio e se si dovessero nel futuro riscontrare condizioni di superamento dei limiti, si potrà eseguire un intervento di contenimento diretto o indiretto.