

11.1.01.a-P

PROVINCIA DI PISA
Settore Viabilità, Trasporti e Protezione Civile



**APPALTO CONGIUNTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA E LA REALIZZAZIONE DEI
LAVORI, INERENTE LA VIABILITÀ DI RACCORDO NORD TRA IL NUOVO POLO OSPEDALIERO,
LA S.S. N. 12 DEL BRENNERO, LA S.S. N. 1 AURELIA E LA S.P. N. 2 VICARESE**

**TRATTO FUNZIONALE TRA I NODI 1-2
VARIANTE AL c.a. DI MADONNA DELL'ACQUA - S.GIULIANO TERME**

PROPOSTA TECNICA MIGLIORATIVA

PROGETTAZIONE:



Ing. Livio Radini
Albo degli Ingegneri
Provincia di Lucca n. A776

ATI IMPRESE:



Dott. Carlo Agnese S.p.A.
Corso Italia, 50
20122 - Milano - (MI)



Impresa Forti SpA
Via Archimede Bellatalla, 10
56121 - Ospedaletto - (PI)



IGP Giuliani Piero s.r.l.
Via Sterpulino 9-15
56121 - Pisa - (PI)

C					
B					
A	Gennaio 2026	Emissione Variante	L. ALFINITO	M. PIANIGIANI	L. RADINI
EM./RE.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

**OPERE DI MITIGAZIONE
OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA
RELAZIONE ACUSTICA - INTEGRAZIONE PER VARIANTE**

Scala:

CODICE IDENTIFICATIVO:	558EAMBACU01B	CIG 9532901EC1
-------------------------------	----------------------	-----------------------

Il Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Cristiano Ristori

Il Direttore dell'esecuzione

Ing. Erika Banti

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	DESCRIZIONE DELLA VARIANTE PUNTUALE.....	10
4	ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI.....	13
5	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI	16
6	MODELLAZIONE ACUSTICA	20
6.1	Caratteristiche del modello	20
6.2	Caratteristiche delle sorgenti acustiche	23
7	RISULTATI DEL MODELLO.....	24
8	CONCLUSIONI.....	33

1 PREMESSA

Il presente documento indaga gli aspetti acustici relativi a una variante puntuale apportata al *Progetto Esecutivo della viabilità di raccordo nord tra il nuovo polo ospedaliero, la SS n. 12 del Brennero, la SS n. 1 Aurelia e la SP n. 2 Vicarese – Tratta Madonna dell'Acqua – Cisanello Pisa: tratto funzionale tra i nodi 1 e 2.*

Per il Progetto Esecutivo di cui sopra nel suo complesso è stata già redatta idonea ed esaustiva documentazione acustica (elaborato 558-E-AMB-ACU-01B), approvata dagli Enti Preposti e comprensiva sia della definizione degli elementi di mitigazione che delle risposte a tutte le prescrizioni indicate; quanto definito in tale documento è fatto salvo nella presente valutazione, che non apporta significativi elementi di modifica dal punto di vista dell'impatto acustico.

La variante puntuale oggetto di indagine nel presente documento consiste nella realizzazione di una intersezione a rotatoria tra la nuova viabilità e la SS n. 1 Aurelia in luogo di un cavalcavia con raccordo a valle in doppia rotatoria. Tale variante, che semplifica notevolmente l'andamento stradale al nodo denominato "2" nel progetto originario, è realizzata mediante l'innalzamento in rilevato di una porzione della nuova viabilità di progetto. Ai fini della valutazione si sottolinea come l'eliminazione dello svincolo complesso previsto al nodo 2 riduca sensibilmente i livelli acustici presso un gruppo di ricettori residenziali e commerciali su via Pietrasantina a sud del plesso commerciale *E. LECLERC*, che nella versione originaria risultavano maggiormente esposti dallo sviluppo della viabilità presso lo stesso.

La modifica al tracciato interessa principalmente due edifici afferenti ad un nuovo centro commerciale denominato "*Il Poggino – CONAD*", già oggetto di specifica indagine nel Progetto Esecutivo in virtù della loro prossimità al nodo 2 e alla porzione terminale del tracciato, oggetto appunto di innalzamento in rilevato. La modellazione acustica ad elevato grado di dettaglio mostra come i livelli sulle facciate tergalì al piano terra dei centri commerciali siano leggermente migliorativi rispetto a quanto emerso nel Progetto Definitivo, in cui si prospettavano criticità su porzioni di edificio prive di ingressi per la clientela e generalmente non a permanenza umana prolungata.

In virtù della complessità del contesto di inserzione dell'opera si conferma l'approccio cautelativo già assodato nella documentazione di progetto, ossia la proposta di monitoraggio *post operam* presso gli unici locali a permanenza umana prolungata del comparto commerciale in oggetto (uffici).

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Ai fini del presente studio sarà considerato il quadro normativo vigente, di cui si fornisce una panoramica.

- **D.P.C.M. 1 marzo 1991** – Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno – G.U. n. 57 del 08/03/91.
- **Legge 26 ottobre 1995 n. 447** – Legge quadro sull'inquinamento acustico – G.U. n. 254 del 30/10/1995.

Ove si stabilisce, in particolare:

- ✓ la definizione delle infrastrutture come sorgenti fisse (Art. 2, comma c);
 - ✓ la non applicabilità del criterio differenziale;
 - ✓ la necessità di riferirsi specifici regolamenti e decreti per tali infrastrutture.
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore – G.U. n. 280 del 1/12/97.

Esso determina i valori limite di emissione, immissione e differenziale, in riferimento alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella Tabella A allegata al decreto. Per le infrastrutture di trasporto (Art. 5) i valori limite di immissione ed emissione vengono fissati all'interno delle proprie fasce di pertinenza da successivi decreti specifici, intendendo per fascia una porzione di terreno di opportuna estensione entro la quale, in generale, si prescinde per la sola infrastruttura dai limiti previsti dal piano di classificazione acustica. Il valore di emissione è riferito al livello di rumorosità prodotto dalla specifica sorgente disturbante, misurato in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità. Il valore di immissione è riferito al rumore immesso nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti presenti in un determinato luogo. Anche in questo caso il valore deve essere misurato in prossimità dei ricettori. L'insieme delle sorgenti sonore deve rispettare i limiti previsti dalla classificazione acustica del territorio, indicati nella Tabella 1.

Destinazione d'uso territoriale	Emissione		Immissione	
	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
I – Aree protette	45	35	50	40
II – Aree residenziali	50	40	55	45
III – Aree miste	55	45	60	50
IV – Aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V – Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI – Aree esclusivamente industriali	65	55	70	70

Tabella 1 - Limiti di emissione ed immissione

Il valore di attenzione è stato introdotto dal presente decreto al fine di segnalare la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente. Il superamento di detto valore obbliga l'amministrazione comunale a adottare i piani di risanamento acustico. Infine il valore di qualità rappresenta un obiettivo da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo attraverso l'impiego delle nuove tecnologie o delle metodiche di risanamento disponibili al fine di realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge quadro.

- **D.M.A. 16 marzo 1998** – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico – G.U. n. 76 del 01/04/98.

Tale Decreto individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione, nonché i criteri e le modalità di esecuzione delle misure. In particolare, per la misura del rumore stradale e ferroviario si fa riferimento all'allegato "C" del presente Decreto, mentre le modalità di presentazione dei risultati sono riportate nell'allegato "D".

- **D.P.R. 18 novembre 1998 n. 459** - Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario – G.U. n.2 del 04-01-1999). Suddetto D.P.R. definisce in particolare i limiti di immissione da rispettare all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie. I limiti sono riassunti nel sinottico successivo.

Tipo di infrastruttura	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)]
Infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h	250 m	50	40	65	55
Infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h	Fascia A: 100 m	50	40	70	60
	Fascia B: 150 m			65	55
Infrastrutture esistenti	Fascia A: 100 m	50	40	70	60
	Fascia B: 150 m			65	55

Tabella 2. Limiti per le ferrovie. Per le scuole vale solo il limite diurno

- **D.M.A. 29 novembre 2000** – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore– G.U. n. 285 del 06/12/00.

Attraverso questo Decreto viene fissato il termine entro cui l'ente proprietario o gestore della infrastruttura stradale deve predisporre il piano di risanamento acustico; in cui siano specificati costi, priorità e modalità di intervento (barriere, pavimentazioni, eventuali interventi effettuati sui singoli ricettori ecc.), nonché tempistiche di attuazione, fissando i criteri in base ai quali calcolare la priorità degli interventi. Tale Decreto disciplina inoltre le pertinenze in termini di azioni di contenimento della rumorosità delle infrastrutture anche nel caso di concorsualità con ripartizione delle percentuali delle attività da prevedere. Sono infatti riportati i criteri per valutare la concorsualità di più sorgenti, in modo da garantire ai ricettori esposti il raggiungimento dei valori considerati come ammissibili, anche in presenza di più fonti di rumore (Allegato 4, "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto").

- **D.M.A. 01 aprile 2004** – Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale - G.U. n. 84 del 09/04/04.

Tale Decreto individua le linee guida per l'utilizzo di sistemi innovativi volti all'abbattimento e la mitigazione dell'inquinamento ambientale; nell'Allegato 1 di suddetto D.M. sono contenute quattro schede dedicate al rumore dedicate rispettivamente all'inquinamento acustico di infrastrutture di trasporto, ai dispositivi attivi o passivi di mitigazione, alle proprietà di elementi edilizi per la protezione acustica, all'introduzione di generatori fotovoltaici in abbinamento alle barriere acustiche.

- **D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142** – Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare – G.U. n.127 del 01/06/04.

Tale Decreto definisce le distanze delle fasce di pertinenza acustica relative alle diverse tipologie di strade, stabilendo gli ambiti di applicabilità e i valori limite di immissione. In particolare viene stabilito che entro le fasce delle infrastrutture stradali, così come definite dall'Art. 2 del D. Lgs. n. 285 del 1992 e successive modificazioni, non si applicano per le stesse i limiti di immissione stabiliti dal Piano di Classificazione Acustica, ma i limiti previsti per le fasce dedicate. Il rispetto dei valori stabiliti dal PCCA deve essere verificato solo all'esterno di tali fasce di pertinenza.

Nella Tabelle successive vengono riprodotti i limiti per le strade di nuova realizzazione ed esistenti, con le relative fasce di pertinenza acustica.

Tipo di strada (Codice della Strada)	Sottotipo (DM 05/11/01)	Ampiezza di fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di riposo N.B: solo diurno per le scuole		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
A – autostrada		250	50	40	65	55
B – extraurbana principale		250	50	40	65	55
C – extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D – urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni nel rispetto dei valori tabella C del DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme al PCCA			
F – locale						

Tabella 3 - Limiti previsti per infrastrutture stradali di nuova realizzazione (ex All. 1 - Tabella 1 D.P.R. 142/04)

Tipo di strada (Codice della Strada)	Sottotipo (DM 05/11/01)	Ampiezza di fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di riposo N.B: solo diurno per le scuole		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
A – autostrada		Fascia A: 100	50	40	70	60
		Fascia B: 150			65	55
B – extraurbana principale		Fascia A: 100	50	40	70	60
		Fascia B: 150			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate tipo IV CNR 1980)	Fascia A: 100	50	40	70	60
		Fascia B: 150			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	Fascia A: 100	50	40	70	60
		Fascia B: 50			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni nel rispetto dei valori tabella C del DPCM 14/11/97 e conforme ai Piani di Classificazione Acustica			
F – locale						

Tabella 4 - Limiti previsti per infrastrutture stradali esistenti (ex All. 1 - Tabella 2 D.P.R. 142/04)

Qualora i valori di cui al comma 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori stabiliti ai sensi della tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzii l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti, misurati al centro della stanza, a finestre chiuse, con il microfono posto all'altezza di 1,5 m 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;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

➤ **D.P.R. 18/11/98 n. 459** - Regolamento attuativo rumore ferroviario

Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture ferroviarie e delle linee metropolitane.

➤ **Decreto Legislativo 194/2005** - Attuazione della European Noise Directive "END" 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

in cui sono indicate le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica, delle mappe acustiche strategiche e l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione per evitare o ridurre il rumore ambientale. Il decreto prevede l'informazione e la partecipazione della popolazione sul rumore ambientale e i suoi effetti.

Si riportano inoltre i riferimenti della Regione Toscana:

- Legge Regionale Toscana 03 marzo 1998 n. 79 – Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale – B.U.R.T. n. 37 del 12/11/1998.
- Legge Regionale Toscana 01 dicembre 98 n. 89 – Norme in materia di inquinamento acustico – B.U.R.T. n. 42 del 10/12/1998.
- D.G.R. 13 luglio 1999 n. 000788 – Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'Art. 12 comma 2 e 3 della L.R. n. 89/98 - B.U.R.T. n. 32 del 11/08/1999, parte 2^a, sez.I.
- Legge Regionale Toscana 29 novembre 2004 n. 67 – Modifiche alla legge regionale 01 dicembre 1998, n. 89.
- Delib. 22 febbraio 2000, n. 77- Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'Art. 2 L.R. n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico" - B.U.R.T. n. 12 del 22/03/2000, parte 2^a.

- Delib. 21 ottobre 2013, n. 857 - “Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art. 12. comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98”.
- D.P.G.R. 8 gennaio 2014, n. 2/R - Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell’articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico).
- D.P.G.R. 7 luglio 2014 n. 38/R - Modifiche al regolamento regionale di attuazione dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1° dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con D.P.G.R. 8 gennaio 2014, n. 2/R.

3 DESCRIZIONE DELLA VARIANTE PUNTUALE

La variante per la quale è richiesta la presente valutazione, illustrata negli stralci planimetrici di Figura 1, consiste nella realizzazione di una rotatoria di allacciamento con la SS n. 1, portando il nuovo tracciato in quota ad essa mediante rilevato. La rotatoria in oggetto, visibile nell'aerofotografia di Figura 3 e nello stralcio di modellazione tridimensionale di Figura 2, sostituisce un cavalcavia con svincolo a doppia rotatoria originariamente previsto per il nodo 2.

Ai fini dell'impatto acustico la semplificazione del tracciato risulta in genere migliorativa, sia per l'allontanamento della viabilità dai ricettori a nord-est, sia per l'eliminazione di aree convolute con numerosi cambi di velocità in grado di diminuire la fluidità del traffico.

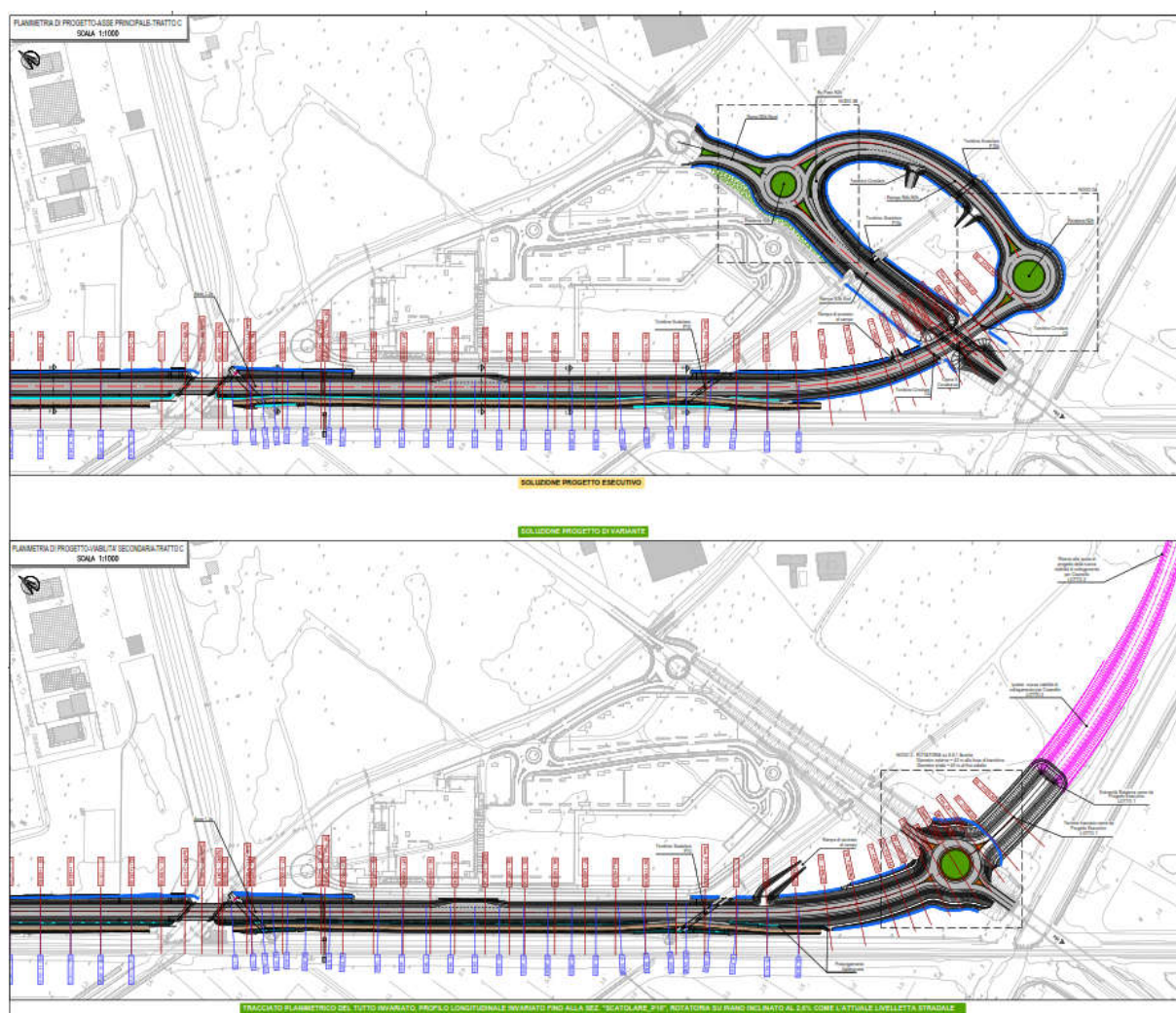
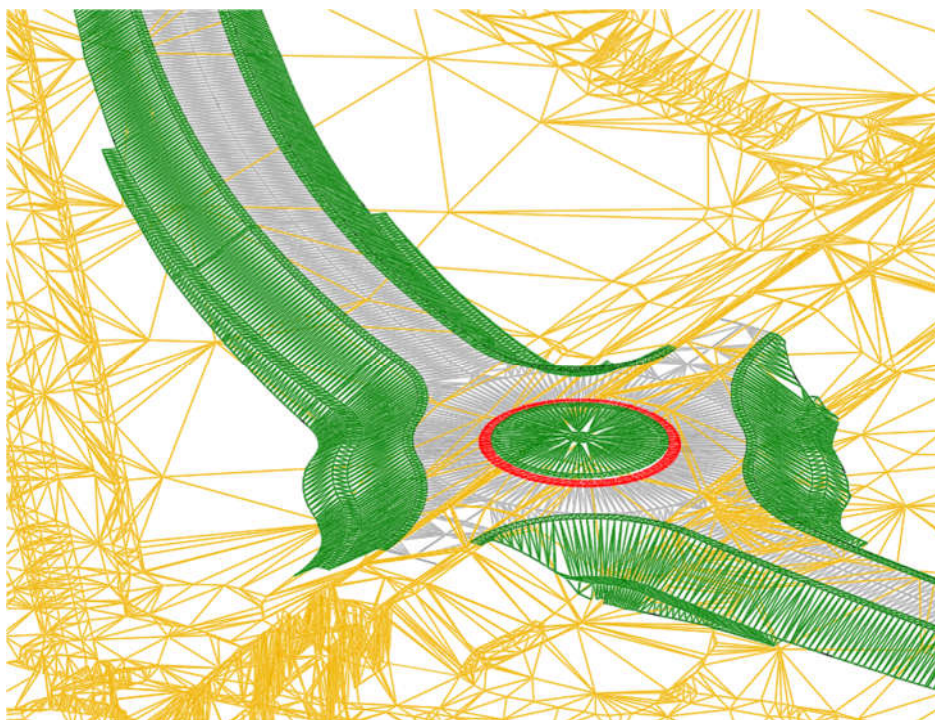


Figura 1 Stralci di restituzioni planimetriche dell'intervento: in alto il Progetto Esecutivo originario con cavalcavia e doppia rotatoria al nodo 2, in basso la presente variante



Vista 3D da sud/ovest

Vista 3D da nord/ovest

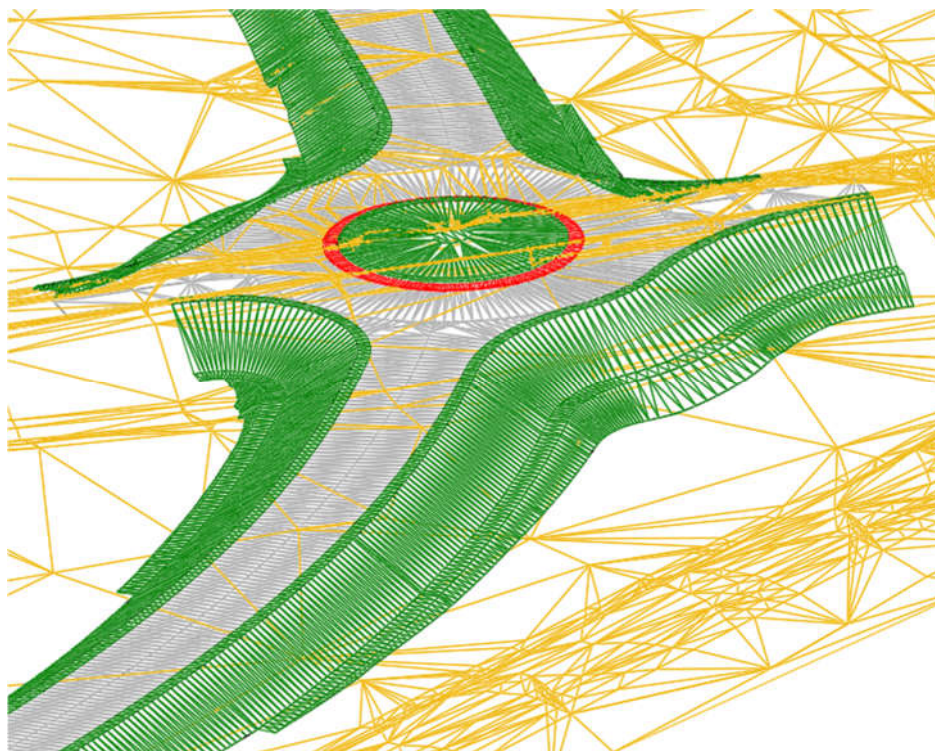


Figura 2 Variante – modellazione 3D (tratta da progetto stradale)



Figura 3 Inquadramento aerofotografico dell'intervento con individuazione del tracciato

4 ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

I due comuni coinvolti nell'area di interesse, Pisa e San Giuliano Terme, risultano dotati di Piano Comunale di Classificazione Acustica ai sensi della L. 447/95; si riportano di seguito i relativi riferimenti:

- Comune di Pisa: Piano di classificazione adottato con Delib. C. C. n. 66 del 08/09/2004;
- Comune di San Giuliano Terme: Piano di classificazione adottato con Delib. C. C. n. 65 del 01/08/2005.

Uno stralcio della classificazione con indicazione del tracciato stradale nel suo complesso è riportato in Figura 4, mentre in Figura 5 è mostrato un particolare dell'area interessata dalla presente variante con indicazione dei due ricettori oggetto di particolare attenzione, ossia i corpi di fabbrica commerciali indicati con le sigle UMI 2B e UMI 3B.

Il tracciato ricade per la maggior parte del proprio percorso in Classe IV "Aree di intensa attività umana" che include al proprio interno anche entrambi i ricettori summenzionati.

La SS n. 1 è classificabile per il tratto in oggetto come di tipo "Cb – extraurbana secondaria non a carreggiate separate"; i limiti sono i seguenti:

- Fascia A, estesa per 100 metri a partire dalla sede stradale: 70 dB(A) per il giorno e 60 dB(A) per la notte;
- Fascia B, estesa per ulteriori 50 metri: 65 dB(A) per il giorno e 55 dB(A) per la notte.

Anche la nuova infrastruttura è classificabile dal punto di vista acustico come di tipo "C1 – strada – extraurbana secondaria"; i limiti entro la fascia, estesa per 250 metri a partire dalla sede stradale, sono i seguenti:

- 65 dB(A) per il giorno e 55 dB(A) per la notte per i ricettori ordinari;
- Ricettori sensibili: 50 dB(A) per il giorno e 40 dB(A) per la notte; nel caso di ricettori scolastici si applica solo il limite diurno.

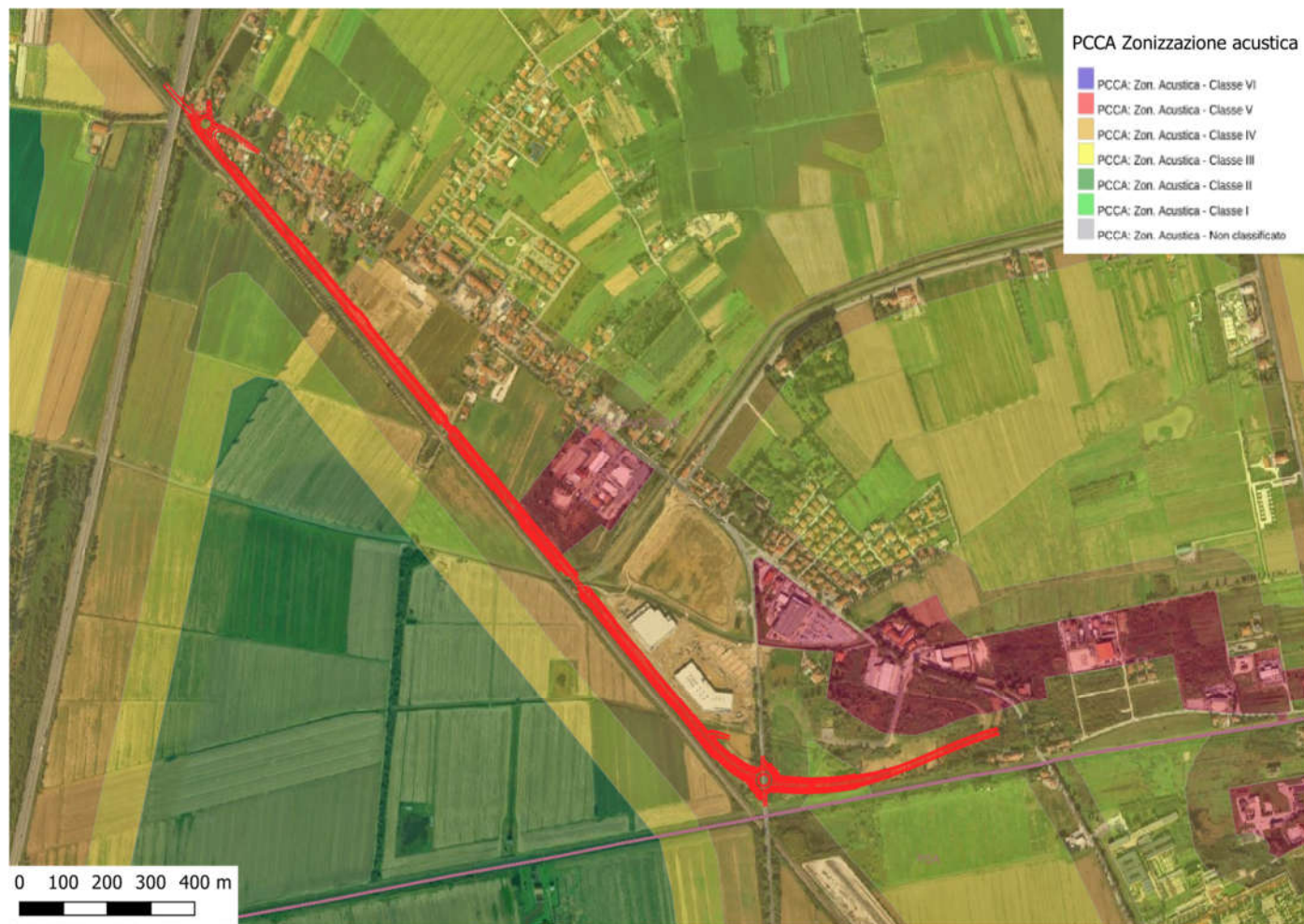


Figura 4 Stralcio di PCCA per l'area in oggetto con individuazione del tracciato

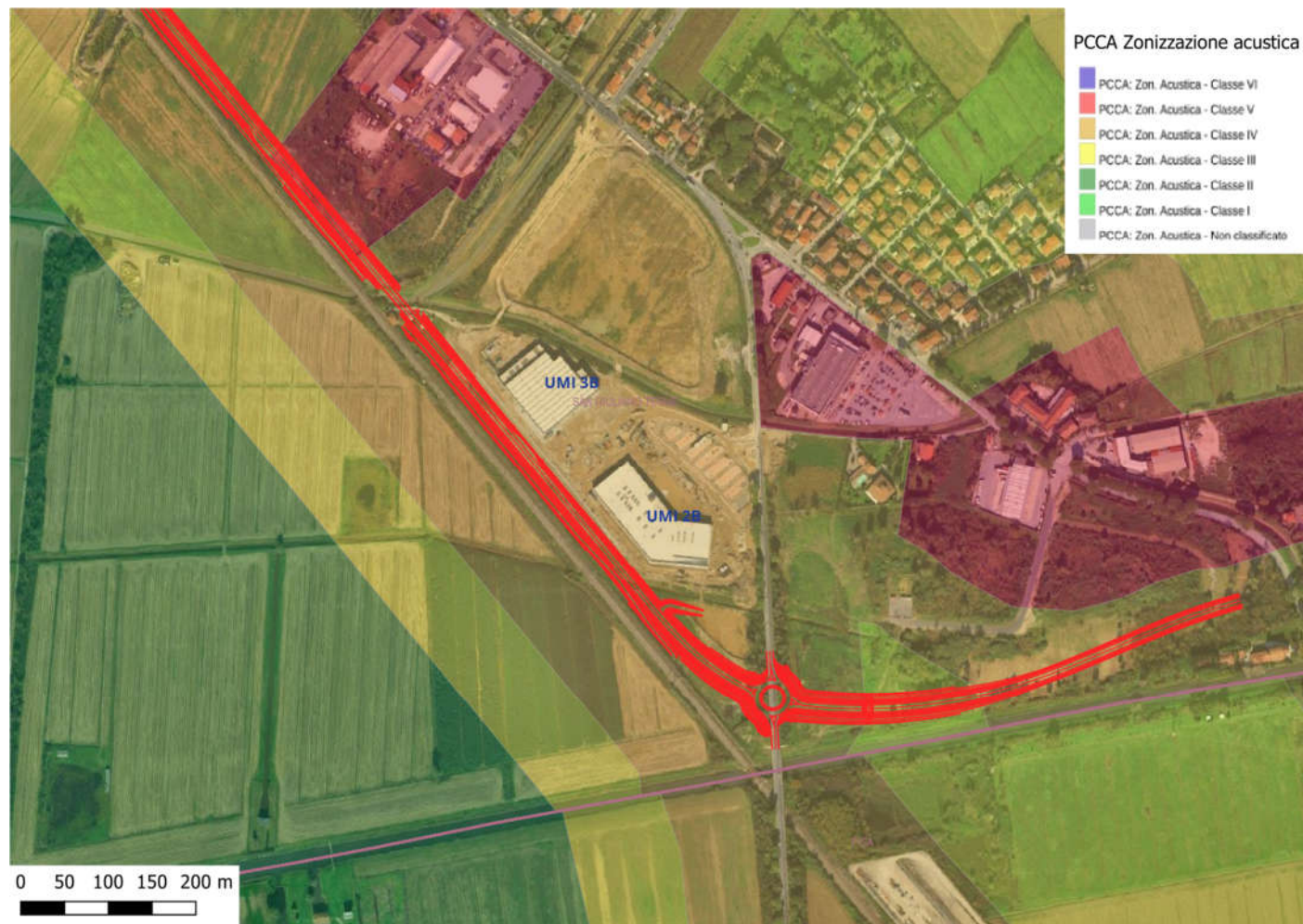


Figura 5 Stralcio di PCCA per la porzione oggetto di variante. La linea rosa (in basso) delinea il confine comunale tra San Giuliano e Pisa

5 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

I ricettori commerciali oggetto dell'indagine puntuale afferiscono all'area "Il Poggino – CONAD", oggetto di recente realizzazione; restituzioni fotografiche sono mostrate in Figura 6.

Gli edifici in esame, già denominati "UMI" ed in particolare "UMI 3B" e "UMI 2B", hanno entrambi altezza di circa 7 metri; la facciata esposta direttamente verso la nuova infrastruttura, corrispondente al retro non accessibile dal pubblico, presenta una distanza minima di circa 30 metri dall'infrastruttura stessa.

In Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11 sono mostrate planimetrie e prospetti di progetto dei due edifici, che permettono di individuare i locali rivolti verso la nuova viabilità. Come è possibile evincere, entrambi i corpi di fabbrica presentano sviluppo su un singolo piano fuori terra con porzioni a doppio volume per passaggio impianti.

Nel caso dell'edificio **UMI 2B** i locali prossimi alla facciata sud-ovest consistono in aree commerciali prive di infissi apribili e magazzino, non a permanenza umana prolungata. Un ufficio è presente nella facciata nord-est, comunque non esposta verso la nuova strada.

Per l'edificio più a nord, **UMI 3B**, l'unica facciata caratterizzata da porte di ingresso apribili è quella rivolta a sud-est che presenta porte automatiche (vedasi prospetto in Figura 11). I locali rivolti verso l'infrastruttura di progetto comprendono aree commerciali, servizi igienici, un deposito oltre a due locali con funzione amministrativa (ufficio e sala riunioni). Ai sensi della presente valutazione un eventuale monitoraggio dei livelli acustici presso il retro del centro commerciale dovrà quindi focalizzarsi *in primis* su tali locali, in quanto dotati di infissi e potenzialmente fruibili da persone e comunità per periodi prolungati.



Figura 6 Ricettori commerciali oggetto di indagine



Figura 7 Ricettori commerciali oggetto di indagine (panoramica da SS n. 1)



Figura 8 Planimetria con indicazione dei prospetti per l'edificio UMI 2b

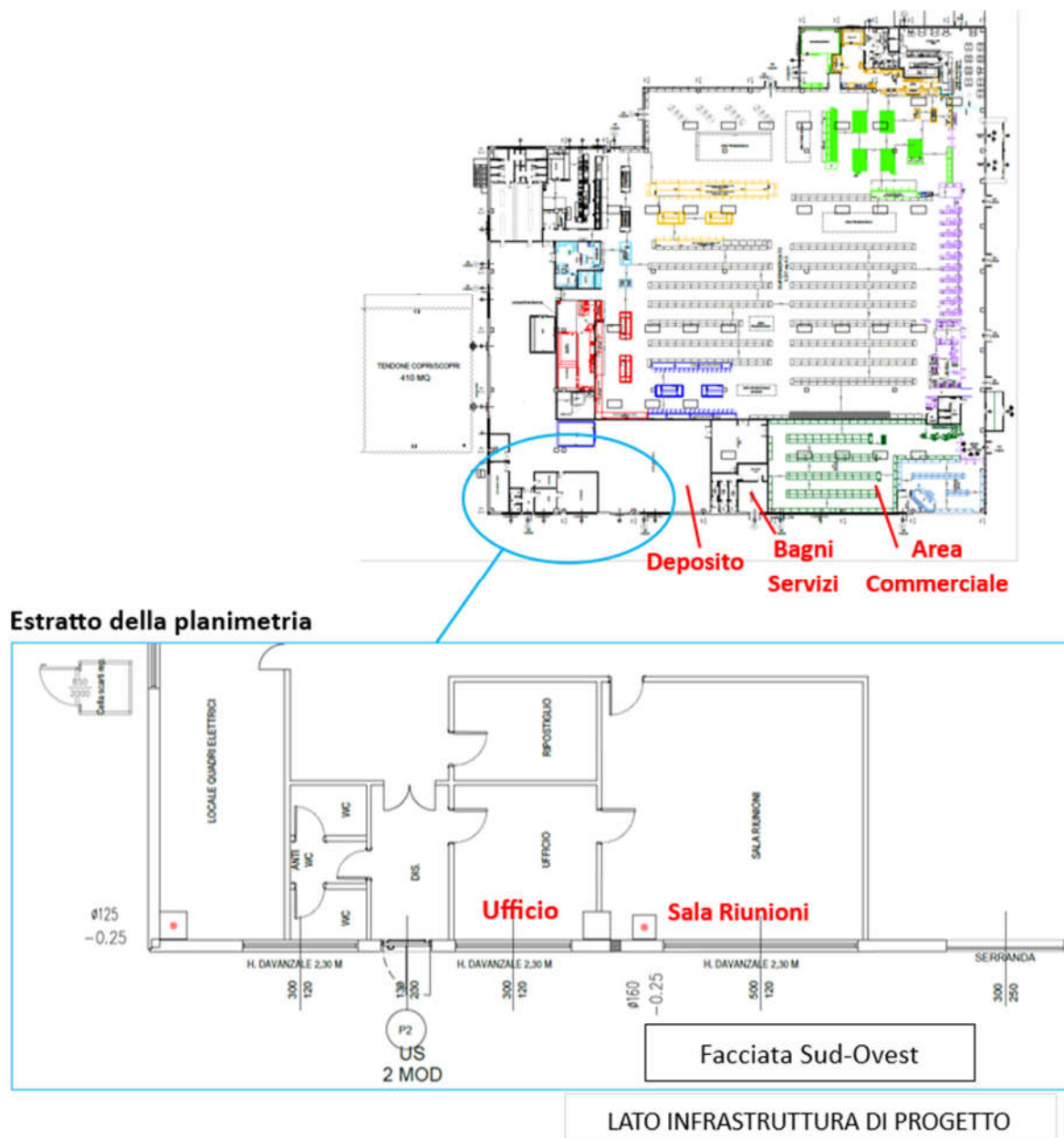


Figura 9 Planimetria edificio UMI3b con indicazioni dei locali interessati

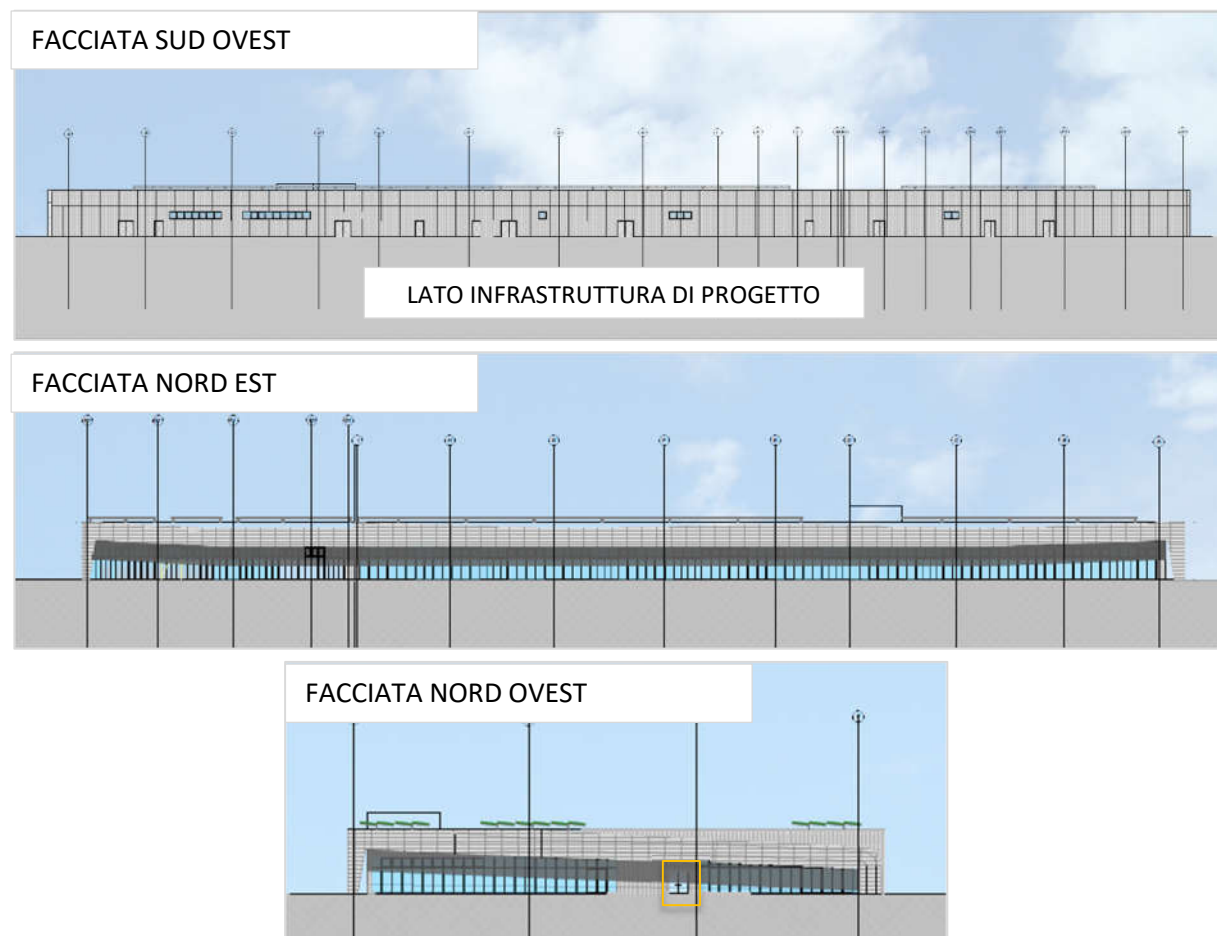


Figura 10 Prospetti dell'edificio UMI 2B



Figura 11 Prospetti dell'edificio UMI 3b

6 MODELLAZIONE ACUSTICA

La caratterizzazione modellistica della variante oggetto del presente documento si è basata sulle assunzioni e modalità operative proprie dello studio acustico originario, già validato ed approvato dagli Enti di Controllo in successive fasi istruttorie.

Sono stati quindi utilizzati i flussi di traffico, le velocità di percorrenza e il tipo di pavimentazione specificati nel documento **558-E-AMB-ACU-01B**; tali specifiche di calcolo saranno brevemente ricordate nei paragrafi dedicati.

6.1 CARATTERISTICHE DEL MODELLO

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del software SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH, che consente di predisporre un DGM (Digital Ground Model) a partire da input in formati CAD - compatibili con informazioni vettoriali, implementando un sistema di coordinate tridimensionale. Il modello consente di inserire gli edifici con le relative quote rispetto al piano campagna e di caratterizzare le sorgenti, in termini di geometria, caratteristiche spettrali e parametri di emissione.

L'orografia è stata ottenuta dalla CTR disponibile in rete sul Sistema Informativo Territoriale, opportunamente corretta ed implementata sulla base di immagini satellitari recenti. I rilevati di progetto sono stati modellati sulla base dei relativi profili altimetrici.

In Figura 13 è mostrata una restituzione grafica del modello.

Tutte le simulazioni sono state effettuate nella seguente configurazione di calcolo:

- Riflessioni: sono state considerate riflessioni del 4° ordine;
- Fattore di assorbimento del suolo (*Ground factor*): dipendente dalla presenza di aree a verde (0.9 per terreno agricolo);
- Raggio di ricerca delle sorgenti: 1000 metri;
- Angolo di ricerca delle sorgenti: 360°;
- Incremento angolare: 1°;
- Diffrazione: abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale;
- Calcolo di mappe isofoniche in pianta: maglia quadrata a passo 5x5 metri con metodo di calcolo *grid noise map*.

Negli scenari successivi alla realizzazione della barriera acustica fissa (parte della Fase 1 e Fase 2) si è considerata nel modello la presenza della stessa.

La mappatura al continuo presenta la distribuzione dei livelli di emissione istantanea all'altezza standard di 4 metri dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dB(A) ancora in

conformità alla UNI 9884 come riportato in Figura 12. Il contributo della riflessione di facciata è inglobato nella restituzione effettuata dal modello.

I ricettori puntuali per il calcolo FNM sono stati posizionati cautelativamente su tutte le facciate presenti; presso ciascun punto è stato eseguito un calcolo previsionale del livello equivalente a quota 1.5 metri dal piano campagna, a distanza di 1 metro dalla facciata, al centro di essa, per il solo tempo di riferimento diurno. Non essendo presenti piani superiori al piano terra, come evidente dalle planimetrie dei ricettori, l'analisi è stata condotta esclusivamente per il relativo livello.

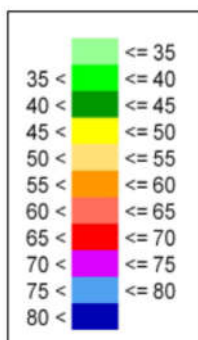


Figura 12 Scala cromatica dei livelli acustici conforme alla UNI 9884



Figura 13 Restituzione grafica di stralcio modello acustico

6.2 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI ACUSTICHE

Nel modello sono state inserite le seguenti sorgenti di tipo stradale, sulla scorta di quanto previsto nello Studio Acustico già validato:

- Nuova viabilità, con definizione del percorso in rilevato e rotatoria di raccordo;
- SS n. 1 esistente.

I flussi veicolari, già tarati a seguito di campagna strumentale nel documento **558-E-AMB-ACU-01B** e comunque basati su sovrastime cautelative per i ricettori esposti, sono riassunti nel sinottico di Tabella 5; tali dati si riferiscono all'ora di punta (scenario massimale) e sono stimati all'anno 2038.

Infrastruttura	TGM	% pesanti giorno	% pesanti notte
Nuova viabilità	23000	10%	4%
SS n. 1	15000	10%	3%

Tabella 5 Flussi di traffico usati nel modello acustico

Si precisa che, data la destinazione d'uso commerciale dei due ricettori, le valutazioni numeriche in merito al rispetto dei limiti riguarderanno il solo tempo di riferimento diurno; saranno comunque mostrate anche mappature relative al tempo di riferimento notturno al fine di escludere criticità relativamente ad altri edifici e luoghi frequentati da persone e comunità.

Sempre sulla scorta della documentazione originaria, le velocità di percorrenza dei singoli tronchi/rotatorie della nuova viabilità sono state fissate in funzione dei limiti imposti dal codice della strada o da ipotesi di buon senso, ovvero:

- Per tutte le rotatorie: 50/30 km/h per mezzi leggeri/pesanti (circolazione antioraria a senso unico);
- Per i primi 50 m in prossimità di ciascun imbocco di tutte le rotatorie: 50/30 km/h, per mezzi leggeri/pesanti;
- Per il tratto compreso tra 50 e 100 m dall'imbocco delle rotatorie: 70/50 km/h, per mezzi leggeri/pesanti
- Per tutti gli altri tratti stradali: 90/70 km/h, per mezzi leggeri/pesanti.

Per la SS n. 1 si è impostata una velocità di percorrenza di 60/50 km/h per mezzi leggeri/pesanti.

Analogamente alla valutazione del Progetto Esecutivo per la viabilità di nuova realizzazione si è previsto l'utilizzo di asfalto basso-emissivo, per il quale si è impostato un coefficiente di abbattimento di 3 dB(A).

7 RISULTATI DEL MODELLO

Nelle pagine successive sono mostrate le mappature acustiche alle altezze standard di 1.5 metri e 4 metri per la nuova infrastruttura e per tutte le strade presenti (nuova e SS n. 1). Nel sinottico di Tabella 6 sono mostrati i risultati del calcolo dei livelli acustici in facciata ai ricettori commerciali, anche in questo caso per la sola infrastruttura di nuova realizzazione e in presenza dell'intero reticolo stradale. Come è possibile evincere, in virtù dell'innalzamento del tracciato oggetto di variante, i livelli acustici al piano terra stimati sulle facciate esposte verso la nuova strada risultano inferiori a quanto ipotizzato originariamente per il Progetto Esecutivo e compatibili con i limiti normativi per infrastrutture di nuova realizzazione. Tali livelli acustici sono dovuti esclusivamente alla nuova viabilità, in quanto, come evidente dal confronto tra i livelli, il contributo della SS1 è del tutto trascurabile; ciò appare evidente dal fatto che essa su tali facciate è schermata dai rispettivi corpi di fabbrica.

Le mappature acustiche evidenziano livelli acustici più elevati a quote da terra maggiori, che sono ovviamente più esposte verso il rilevato. Tali aree, corrispondenti al doppio volume delle aree commerciali, non sono comunque a permanenza o assimilabili a ricettori nella definizione normativa ex L. 447/95 di "aree frequentabili da persone o comunità". In virtù della presenza di ulteriori sorgenti nell'area, tra cui la linea ferroviaria non oggetto di specifica valutazione entro il quadro conoscitivo di progetto, si prescrive comunque una verifica dei livelli acustici *post operam* per i locali a permanenza umana prolungata presenti sul lato ovest dei due edifici. Saranno in particolare indagati uffici e sala riunioni del ricettore UMI 3B.

Edificio	Piano	Direzione	Livello nuova infrastruttura [dB(A)]	Livello nuova e SS1 [dB(A)]	Limite diurno NUOVA [dB(A)]	VERIFICA
UMI 2B	Piano terra	E	56.9	58.5	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	S	59.0	59.9	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	E	50.9	58.7	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	N	38.1	55.2	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	NE	37.3	54.6	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	NW	56.4	56.8	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	SW	64.0	64.0	65	POSITIVA
UMI 2B	Piano terra	S	62.3	62.5	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	SE	53.9	55.0	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	SW	61.4	61.4	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NW	55.6	55.8	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NE	35.5	47.2	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NW	37.0	46.6	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NE	35.0	47.1	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NW	36.6	45.9	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NE	36.0	50.1	65	POSITIVA
UMI 3B	Piano terra	NE	36.3	50.5	65	POSITIVA

Tabella 6 Risultati del calcolo FNM presso i due ricettori



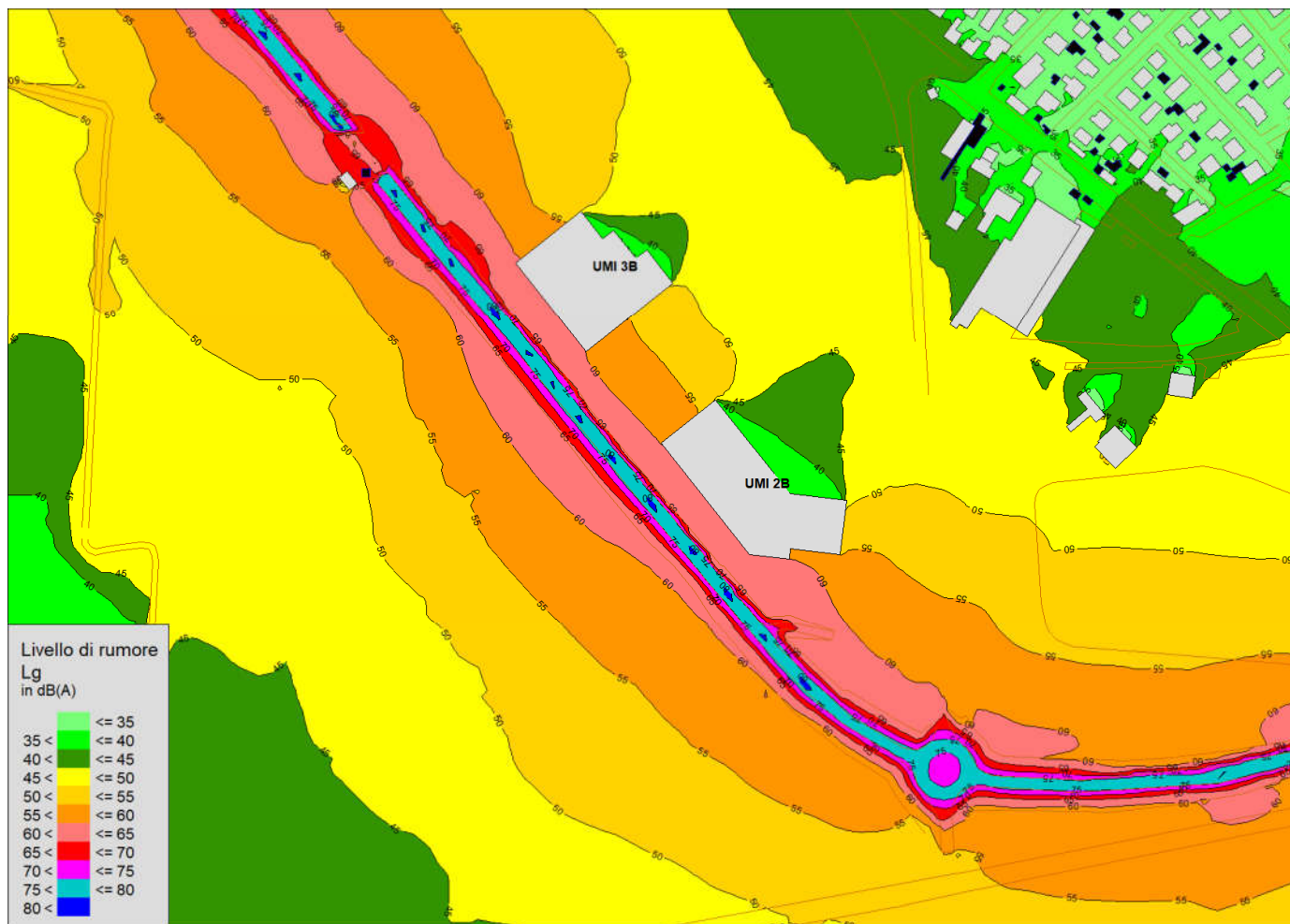


Figura 14 Mappa dei livelli acustici DAY, H = 1.5 m. Solo nuova viabilità

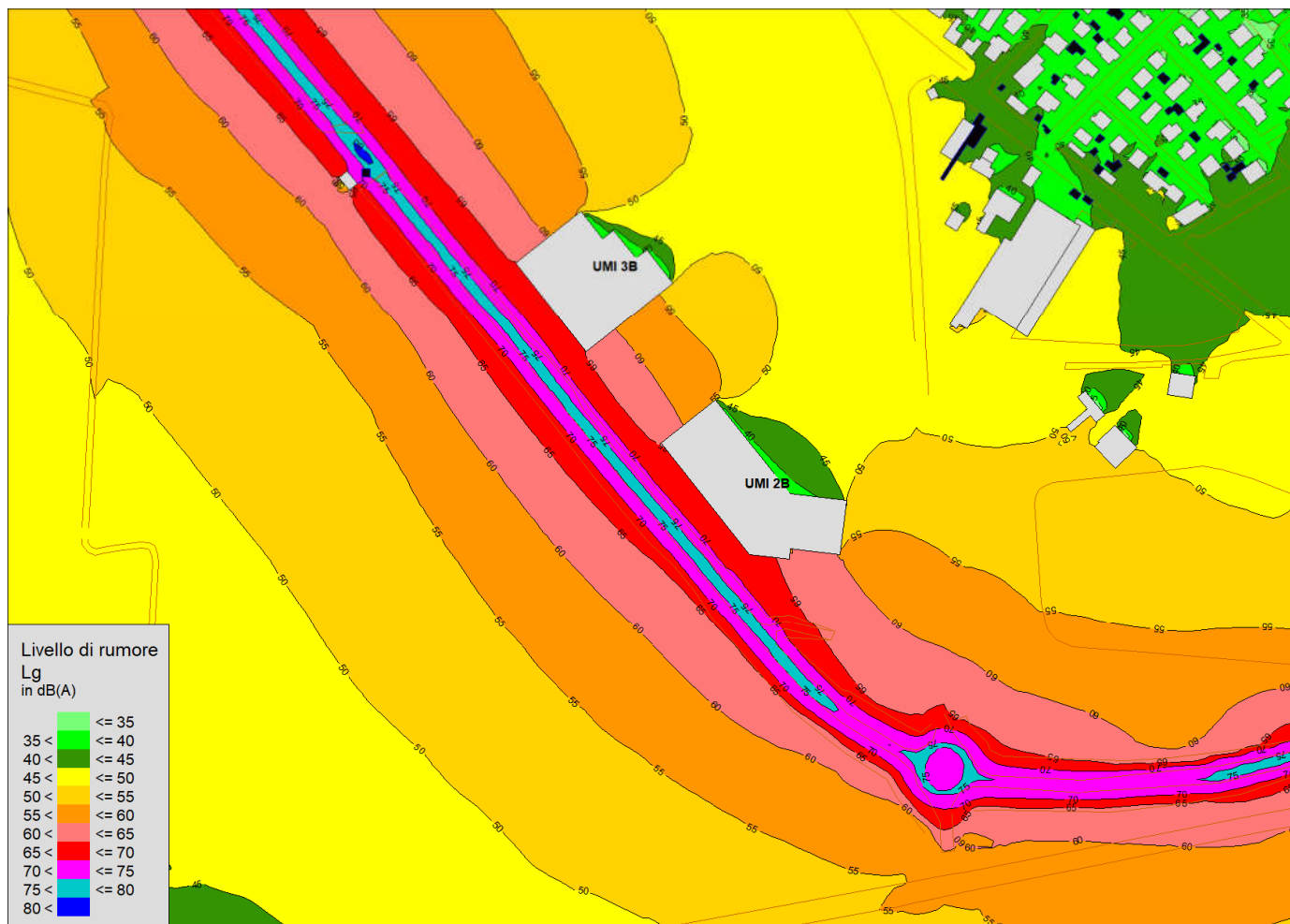


Figura 15 Mappa dei livelli acustici DAY, H = 4 m. Solo nuova viabilità

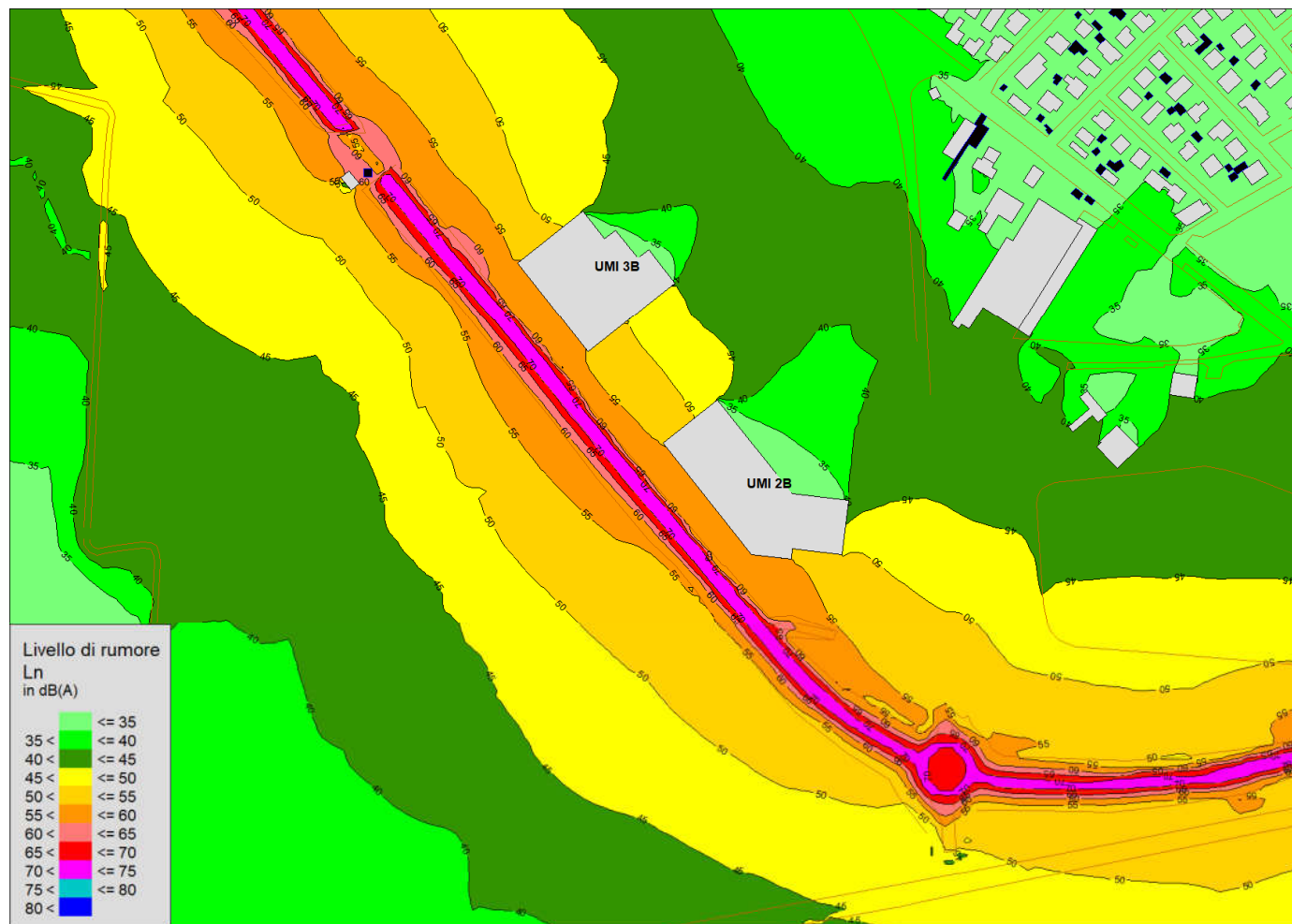


Figura 16 Mappa dei livelli acustici NIGHT, H = 1.5 m. Solo nuova viabilità

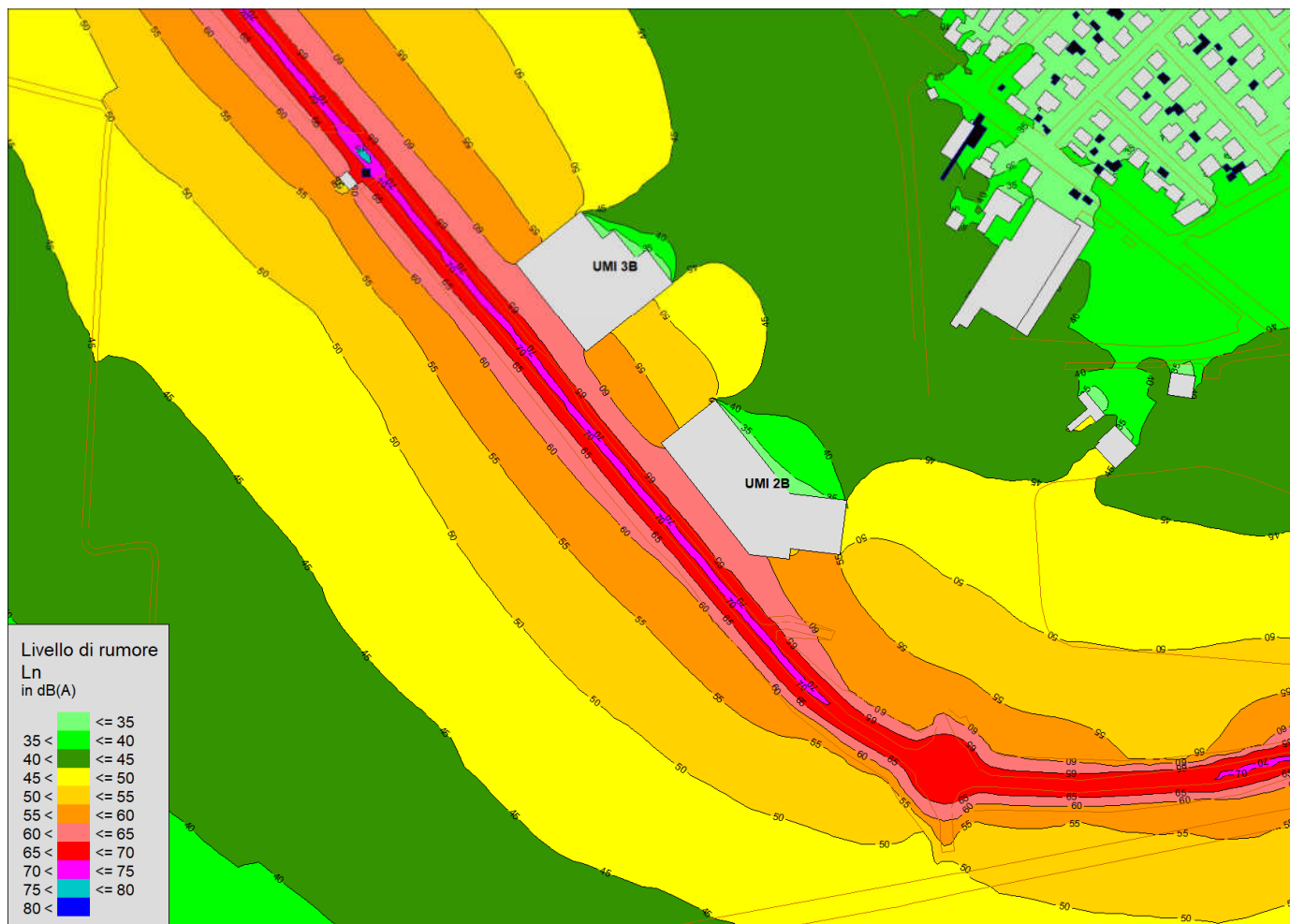


Figura 17 Mappa dei livelli acustici NIGHT, H = 4 m. Solo nuova viabilità

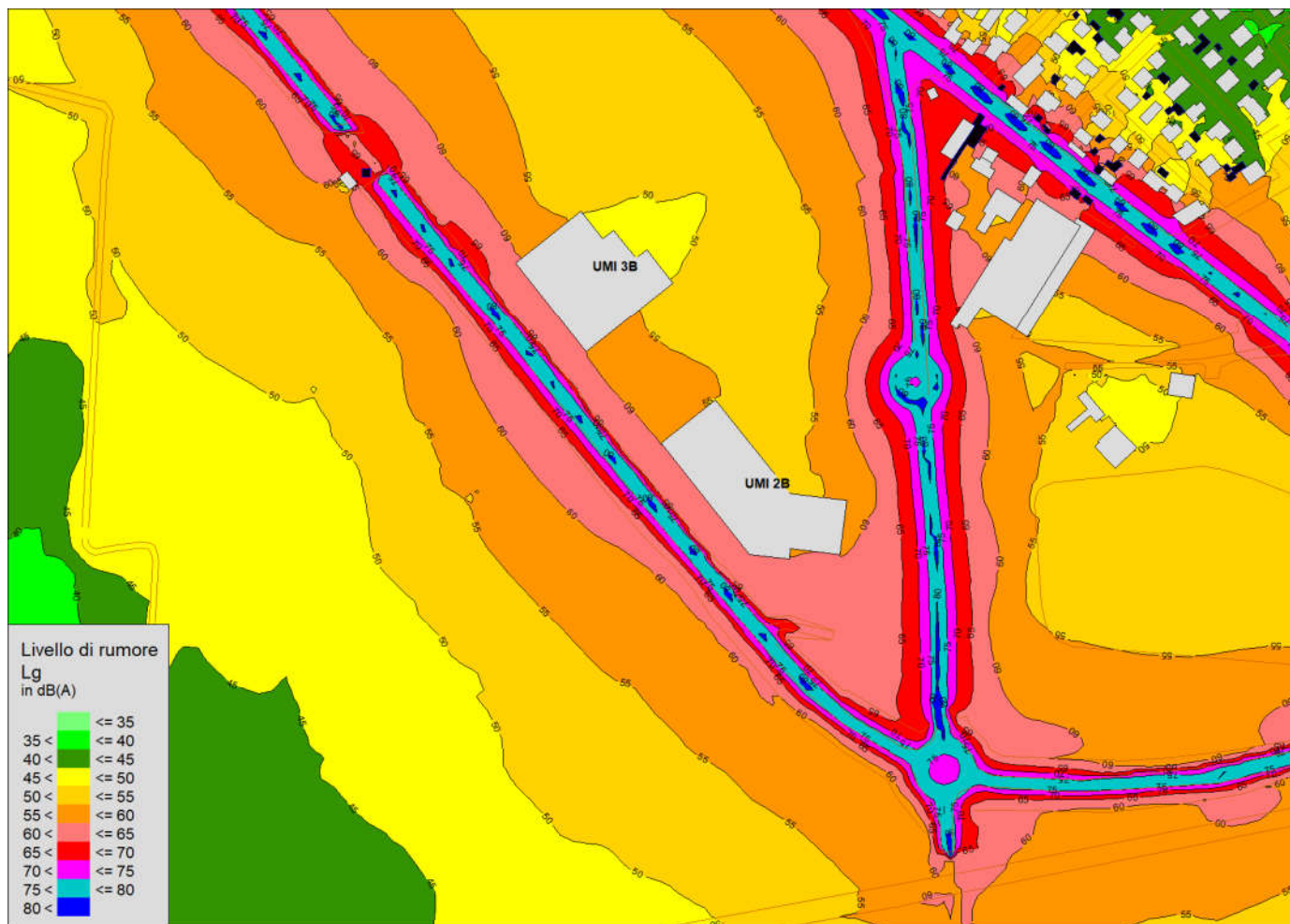


Figura 18 Mappa dei livelli acustici DAY, H = 1.5 m. Tutte le infrastrutture

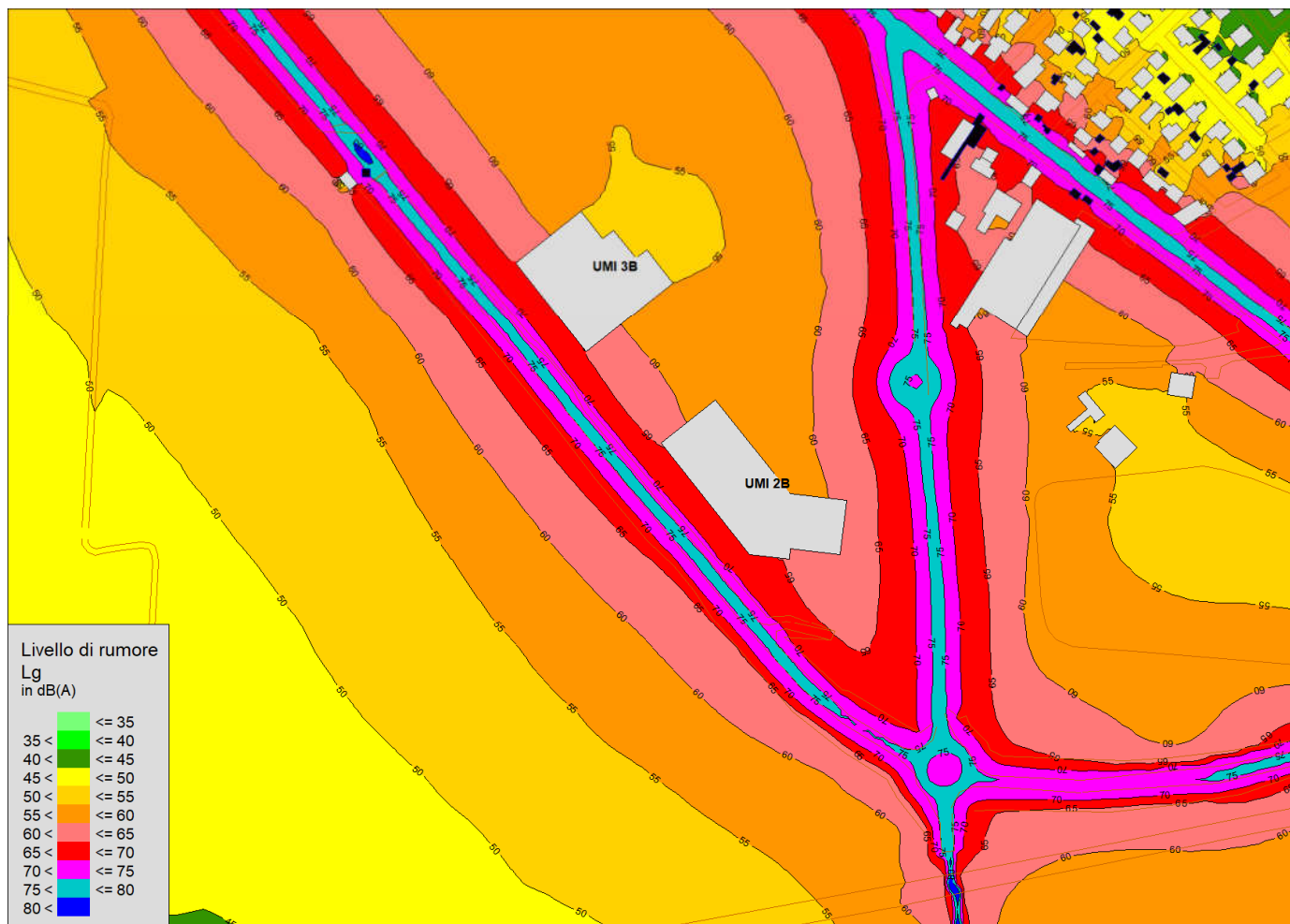


Figura 19 Mappa dei livelli acustici DAY, H = 4 m. Tutte le infrastrutture

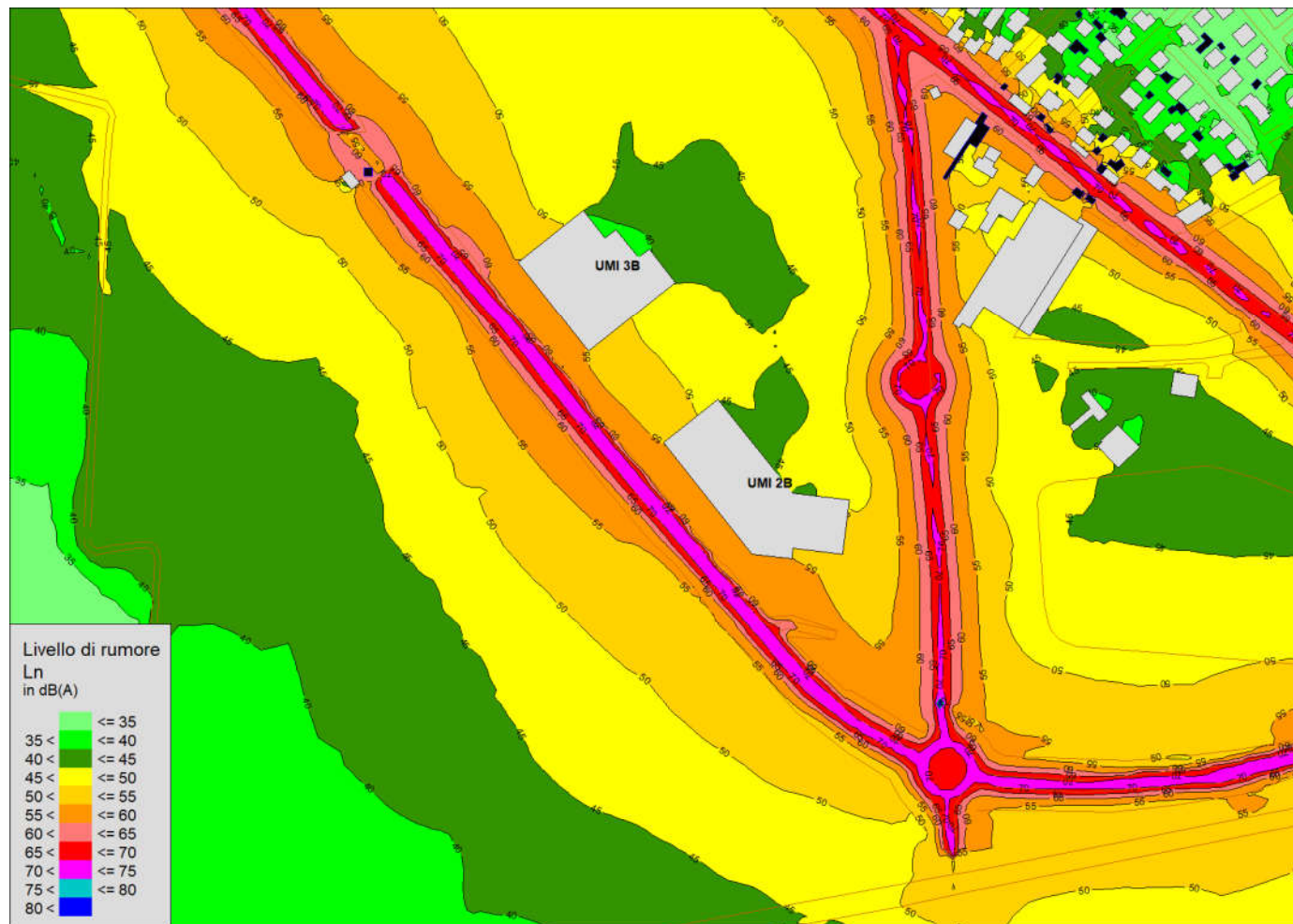


Figura 20 Mappa dei livelli acustici NIGHT, H = 1.5 m. Tutte le infrastrutture

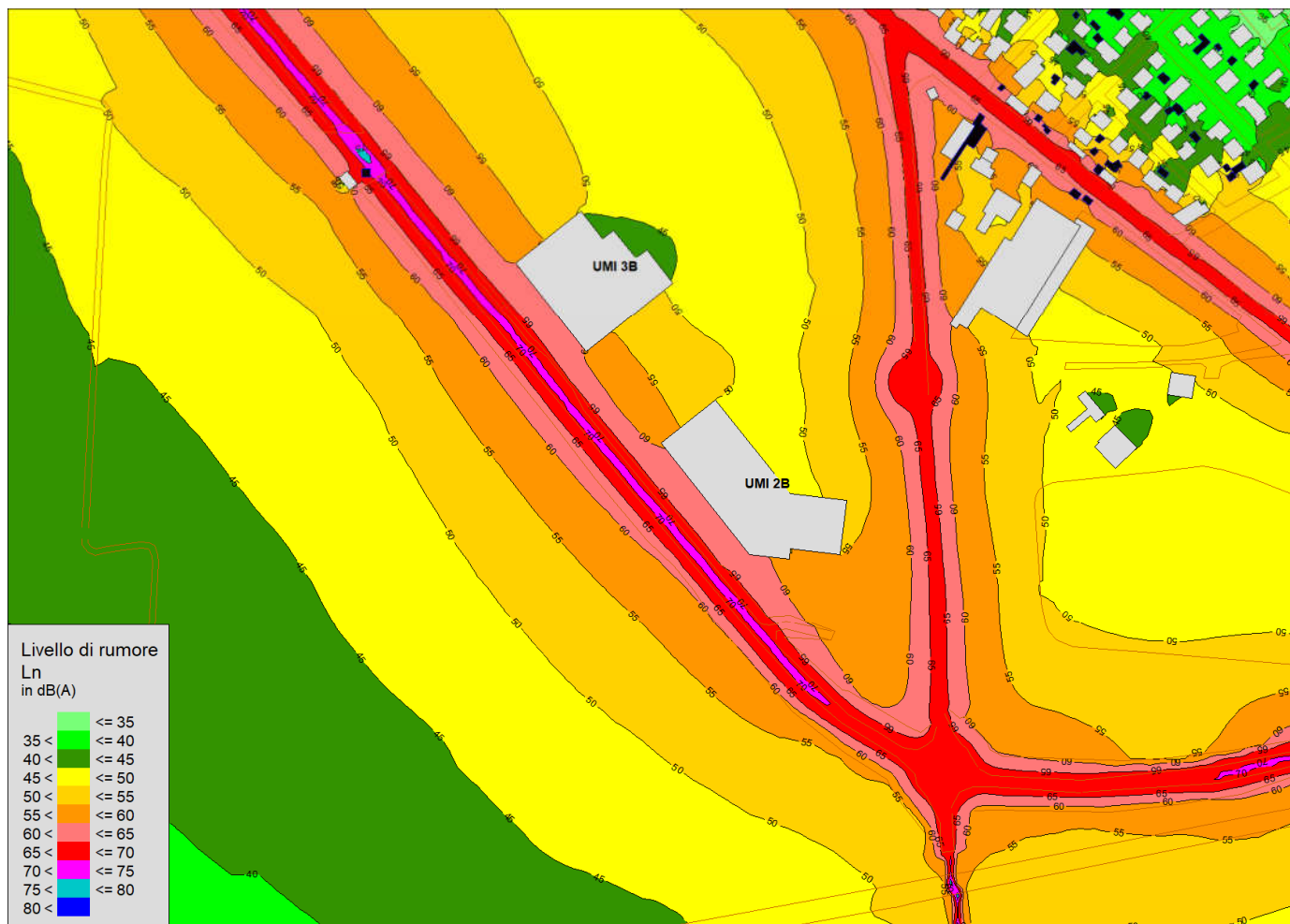


Figura 21 Mappa dei livelli acustici NIGHT, H = 4 m. Tutte le infrastrutture

8 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono stati illustrati i risultati di un approfondimento nello Studio Acustico di una variante puntuale apportata al *Progetto Esecutivo della viabilità di raccordo nord tra il nuovo polo ospedaliero, la SS n. 12 del Brennero, la SS n. 1 Aurelia e la SP n. 2 Vicarese – Tratta Madonna dell'Acqua – Cisanello Pisa: tratto funzionale tra i nodi 1 e 2*. La variante in oggetto consiste nella realizzazione di una intersezione tra la nuova viabilità e la SS1 Aurelia risolta mediante rotatoria in quota in luogo di un cavalcavia precedentemente ipotizzato.

Per il Progetto Esecutivo della nuova viabilità compresa tra i nodi originariamente definiti 1 e 2 è stata già redatta documentazione acustica (elaborato **558-E-AMB-ACU-01B**) approvata dagli Enti Preposti, a cui si rimanda per la valutazione dell'impatto dell'opera stradale nel suo complesso; nel presente documento si indagano gli effetti della modifica locale di cui sopra recependo metodi, assunzioni e modalità di analisi di quanto già approvato. La caratterizzazione dei livelli sonori *post operam* è stata pertanto condotta mediante modellazione acustica degli scenari di esercizio previsti per la nuova infrastruttura, come già forniti dallo studio acustico summenzionato; tali assunzioni sono comunque cautelative nei confronti dei ricettori potenzialmente esposti.

L'analisi si è in particolare focalizzata su un gruppo di edifici commerciali di nuova realizzazione ricadenti tergalmente in prossimità della viabilità nella porzione oggetto della presente variante; la modellazione acustica ha permesso di valutare in dettaglio gli effetti dell'innalzamento del rilevato stradale.

Le mappature acustiche e i livelli sonori in facciata ottenuti dal modello hanno permesso di escludere particolari criticità relativamente a tali ricettori, mostrando livelli acustici al piano terreno minori rispetto al progetto originario.

In virtù della complessità del contesto di inserzione dell'opera si prescrive comunque un monitoraggio *post operam* almeno presso i locali ad uso ufficio con affaccio sul retro, unici a configurarsi come a permanenza umana prolungata.