

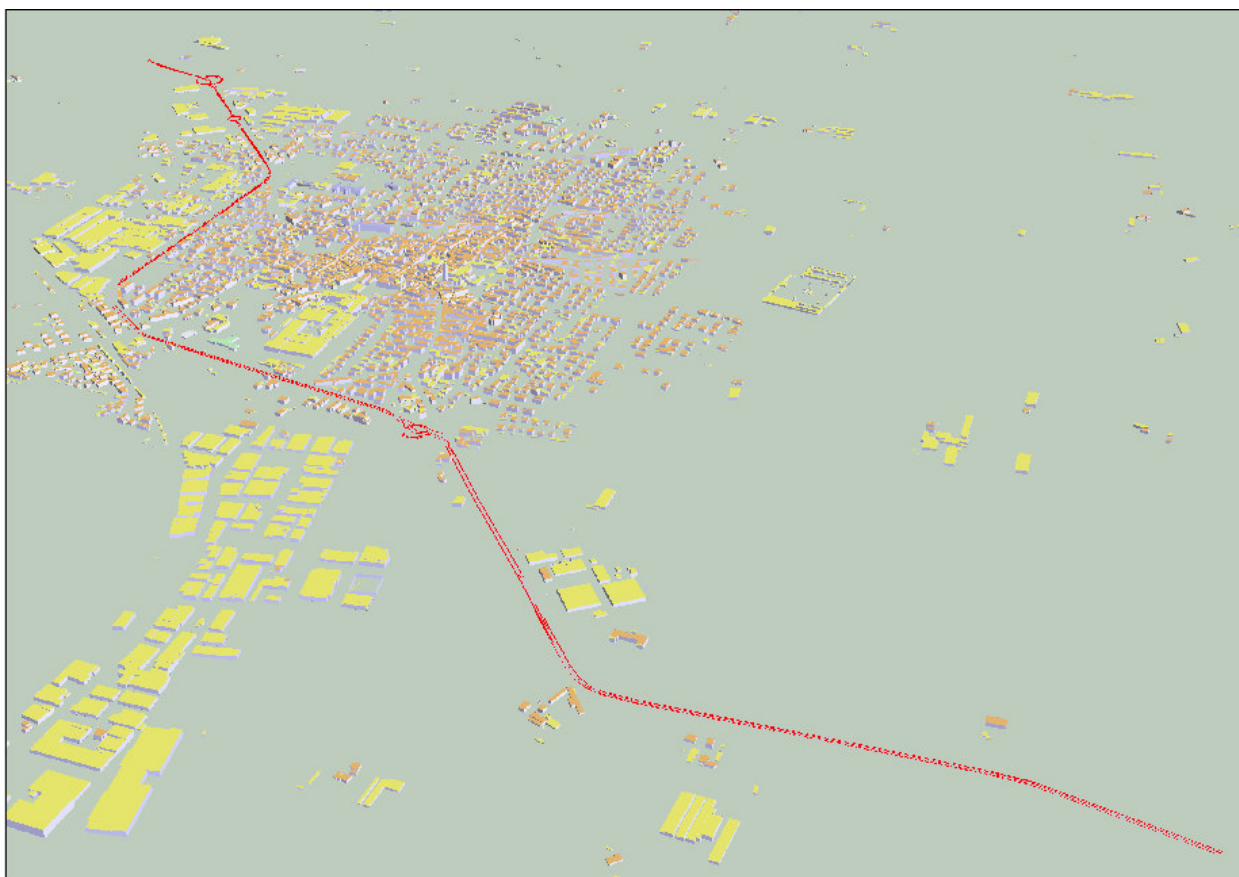


COMUNE CARAVAGGIO (BG)

**MAPPATURA ACUSTICA DELLE INFRASTRUTTURE
CON PIU' DI 3.000.000 DI VEICOLI/ANNO**

(D.Lgs.194/05)

ANNO 2022 – Quarta Fase



**AGGIORNAMENTO MAPPATURA ACUSTICA STRADA SP 11 ex SS11
CODICE IDENTIFICATIVO UNIVOCO GESTORE: 0151**



Sommario

1 Introduzione generale.....	4
2 Quadro normativo di riferimento	5
3 Asse stradale Oggetto della Mappatura	8
3.1 Descrizione territoriale.....	8
3.2 Nuova codifica stradale (Unique Road ID).....	8
RD_IT_0151_001.....	9
3.3 Asse stradale principale oggetto di mappatura anno 2022- DF4_8.....	10
3.4 Tratto Stradale soggetto a Mappatura: ubicazione, dimensioni, flussi di traffico.....	11
3.5 Flussi di traffico	12
3.6 Strada Provinciale SP 11 ex SS 11 tratto in Comune Caravaggio RD_IT_0151_001....	14
3.6.1 Flussi di traffico rilevati.....	15
3.6.2 Velocità attribuita ai flussi.....	18
3.7 Indagini fonometriche SP 11 RD_IT_0151_001	18
4 Fasi del processo di mappatura acustica	22
5 Dati informativi e territoriali.....	22
5.1 Periodo di riferimento dei dati di input.....	22
5.2 Individuazione delle aree da mappare.....	22
5.3 Formati informatici di riferimento per i dati di input	22
5.3.1 Modello digitale del terreno	23
5.3.2 Edifici	23
5.3.3 Barriere acustiche stradali e terrapieni.....	24
5.4 Popolazione residente e numero di abitazioni.....	24
6 Programmi di contenimento del rumore.....	25
7 Indicatori utilizzati per le mappature acustiche.....	26
8 Metodi di calcolo e modelli applicati.....	26
8.1.1 Mappe acustiche.....	27
8.1.2 Mappe di esposizione	28
8.2 Caratteristiche generali del programma di calcolo	29
8.3 Valori delle impostazioni generali del programma.....	30



Comune di Caravaggio

8.4	<i>Struttura dei dati da trasmettere alla Commissione Europea</i>	30
9	<i>Sintesi dei risultati</i>	31
9.1	<i>Stima dei residenti, degli edifici esposti e ricettori sensibili</i>	31
10	<i>Materiale trasmesso</i>	32
10	<i> riferimenti bibliografici</i>	34
ALLEGATI		35
	<i>A grafici misure fonometriche</i>	
	<i>B certificati conformità fonometri</i>	



1 Introduzione generale

Il D.lgs. 194/05, che ha recepito la Direttiva Europea 2002/49/CE (END), definisce come mappatura acustica la rappresentazione di dati relativi ad una situazione esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.

Il D.lgs.194/05 all'art.3 comma 6 prevede che le mappature acustiche siano riesaminate e, se necessario, rielaborate almeno ogni 5 anni dalla prima elaborazione.

Il comune di Caravaggio si configura come ente gestore di un'infrastruttura principale: strada con traffico veicolare superiore a 3.000.000 di veicoli/anno, e per tanto è soggetto alla predisposizione della mappatura acustica, del successivo Piano di azione ed ai successivi aggiornamenti.

Nei precedenti cicli per la determinazione del rumore prodotto dalle sorgenti stradali sono stati utilizzati i metodi ad interim previsti dall'Allegato 2 al D.lgs 194/05 (per le sorgenti stradali NMPB-Routes 96).

Il presente ciclo di mappature si pone in discontinuità coi precedenti in quanto i metodi di calcolo ad oggi cogenti sono stati definiti dalla Commissione Europea con le Direttive (UE) 2015/996 e Direttiva (UE) 2021/1226 che hanno modificato l'Allegato 2 della Direttiva END.

Il Comune di Caravaggio ha adottato il nuovo metodo comune per la determinazione del rumore da traffico stradale denominato CNOSSOS 2020 e ha applicato quanto stabilito dall'Allegato 2 al D.Lgs. 194/05 modificato a seguito degli aggiornamenti.



2 Quadro normativo di riferimento

Si riportano di seguito i principali riferimenti normativi ad oggi in vigore in materia di acustica ambientale:

- **Legge 26 ottobre 1995, n.447** “Legge quadro sull’inquinamento acustico” e relativi decreti attuativi;
- **Direttiva 2002/49/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La direttiva 2002/49/CE, brevemente detta END, è stata emanata con l’intento di valutare lo stato di inquinamento acustico del territorio e l’esposizione della popolazione e sviluppare dei piani d’azione coordinati per il contenimento del rumore ambientale e la preservazione delle zone silenziose, sulla base di criteri comuni ai diversi Stati Membri.

Per la prevenzione e la riduzione degli effetti nocivi dell’esposizione al rumore ambientale la END predispone l’attuazione di alcune azioni, di seguito esposte sinteticamente:

- determinazione dell’esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica realizzata sulla base di metodi e determinazioni comuni agli Stati Membri;
 - Informazione al pubblico in merito al rumore ambientale e dai relativi effetti;
 - adozione da parte degli Stati Membri di piani d’azione per l’abbattimento del rumore e la preservazione delle aree silenziose, basati sui risultati derivanti dalla mappatura acustica;
 - costituzione di una base dati per lo sviluppo di misure comunitarie di contenimento del rumore generato dalle principali sorgenti, in particolare veicoli di trasporto e relative infrastrutture, che consentano alla Commissione la predisposizione di proposte legislative da presentare al Parlamento Europeo.
- **Decreto legislativo 19 agosto 2005, n.194**, attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;
 - **Direttiva 2015/996/CE della Commissione, del 19 maggio 2015**, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
 - **Decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42** - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161;
 - **Direttiva 2007/2/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 marzo 2007, che istituisce un’infrastruttura per l’informazione territoriale nella Comunità europea (**INSPIRE**);



- **Decreto legislativo 27 gennaio 2010, n.32**, attuazione della Direttiva 2007/2/CE che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea.

Tra gli aggiornamenti normativi e i nuovi adempimenti previsti per la Direttiva 2002/49/CE di seguito quelli già in vigore:

- **Direttiva delegata 2021/1226/CE** della Commissione, del 21 dicembre 2020, che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio rendendo obbligatorio l'uso di un metodo comune di determinazione del rumore tra tutti gli Stati membri (recepita con **Decreto del Ministro della Transizione Ecologica del 14 gennaio 2022**);
- **Direttiva 2020/367/CE** della Commissione, del 4 marzo 2020, e successiva rettifica pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea L 110 dell'8 aprile 2020, che modifica l'allegato III della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la definizione di «metodi di determinazione degli effetti nocivi» del rumore ambientale (recepita con Decreto del Ministro della transizione Ecologica del 14 gennaio 2022);
- **Regolamento 2019/1010** del Parlamento europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 che armonizza gli obblighi di comunicazione nella normativa in materia di ambiente. Il Regolamento introduce la predisposizione di un archivio dati gestito dall'Agenzia europea dell'ambiente, impone l'utilizzo di un meccanismo digitale obbligatorio (Reportnet 3.0) di scambio delle informazioni per condividere i risultati delle mappe acustiche strategiche e delle sintesi dei piani di azione, posticipa di un anno, dal 2023 al 2024, la data della predisposizione e consegna alla CE del piano di azione per la quarta fase di attuazione della Direttiva;
- **Decisione di Esecuzione (UE) 2021/1967** della Commissione dell'11 novembre 2021 che istituisce l'archivio dati obbligatorio e il meccanismo digitale obbligatorio di scambio delle informazioni in conformità della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Si riportano inoltre le Linee Guida ed i documenti Tecnici di riferimento per la quarta fase di mappature:

- definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore - Ministero della Transizione Ecologica - marzo 2022.
- Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005) - Ministero della Transizione Ecologica - marzo 2022.



- Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005) - Ministero della Transizione Ecologica - marzo 2022.

L'aggiornamento dei documenti MiTE si è reso necessario alla luce delle nuove specifiche rilasciate dall'AEA e nello specifico:

- “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation version 4.1”, documento in cui vengono riportate tutte le informazioni necessarie alla comprensione e alla predisposizione dei flussi di dati (DF) e dei formati di scambio dati necessari per adempiere a quanto richiesto dalla Direttiva 2002/49/CE;
- “Environmental Noise Directive - Reporting guide lines - DF1_5 Noise sources – December 2021, Version 1.1”, documento in cui vengono riportate tutte le informazioni necessarie alla predisposizione del flusso di dati relativo alla notifica (DF1_5) delle sorgenti di rumore per le quali viene redatta la mappatura acustica e la mappa acustica strategica;
- “Environmental Noise Directive - Reporting guide lines – DF4_8 Strategic noise maps - December 2021, Version 1.1”, documento in cui vengono riportate tutte le informazioni necessarie alla predisposizione del flusso di dati relativo alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche;
- “Creating unique thematic identifiers for the END data model, luglio 2021, Version: 1.0” documento in cui vengono riportate le indicazioni per la creazione dei codici identificativi univoci che identificano gli agglomerati, gli aeroporti principali, le infrastrutture ferroviarie e stradali principali.



3 Asse stradale Oggetto della Mappatura

L'infrastruttura stradale oggetto di mappatura acustica è la ex strada statale n. 11 “Padana Superiore”; ora SP 11, in gestione alla Provincia di Bergamo tranne per il tratto compreso tra il km 182+609 ed il km 185+436 che è gestito dal Comune di Caravaggio. Il traffico che interessa la SP 11 è compreso tra i 3 e i 6 milioni di passaggi di veicoli l'anno come indicato dalla mappatura eseguita nel 2017.

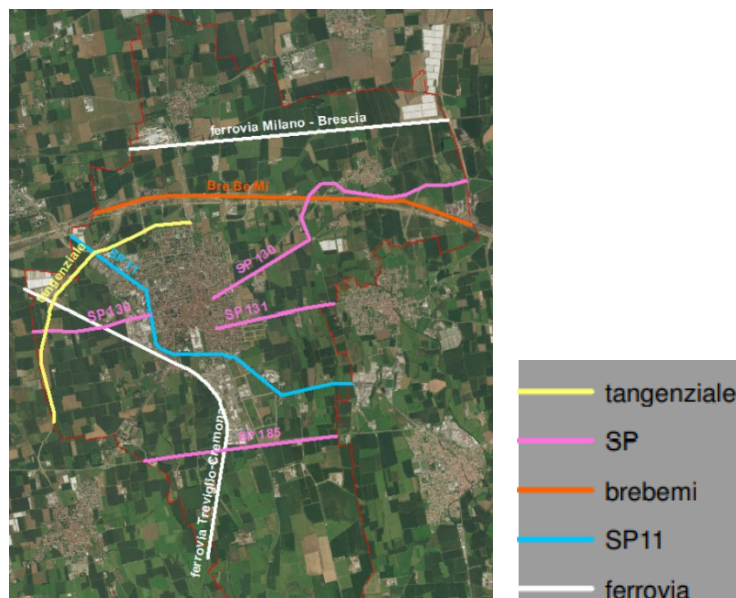
3.1 Descrizione territoriale

Il Comune di Caravaggio si trova in provincia di Bergamo e dista dal capoluogo circa 24 km; ha una popolazione di 16.085 abitanti (dato ISTAT al 01.01.2022) ed un'estensione di 323.39 kmq, con densità abitativa pari a 481.76 ab/Kmq.

Il territorio di Caravaggio è attraversato dalla SP 11 per circa 5 km (dal km 182+160 al km 187+180) e da altre infrastrutture che vengono riportate qui di seguito:

- a nord del centro abitato è presente il tracciato della Bre.Be.Mi;
- a nord-ovest si trova la tangenziale di Caravaggio;
- tre Strade Provinciali fanno da collegamento ai comuni limitrofi: SP 130, SP 131 e SP 185;
- da nord-ovest a sud si snoda il tracciato della linea ferroviaria Treviglio-Crema-Cremona;
- nel territorio settentrionale del comune si trova la linea ferroviaria Milano-Brescia.

Fig.1: infrastrutture stradali e ferroviarie del Comune di Caravaggio



3.2 Nuova codifica stradale (Unique Road ID)

Nelle precedenti fasi di mappatura ogni tratto stradale era individuato attraverso un codice identificativo univoco (Unique Road ID) definito dalla seguente convenzione:

IT_a rdXXXXYYY



Dove **XXXX** era il codice identificativo numerico sequenziale, assegnato dal MATTM al gestore dell'infrastruttura stradale e **YYY** il codice identificativo dell'infrastruttura stradale.

Dalla **quarta fase** di attuazione è prevista la ridefinizione degli identificativi tematici univoci secondo le disposizioni stabilite dai nuovi modelli dati per la END. Le nuove “Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature” del MiTE di marzo 2022 definiscono per le infrastrutture stradali il nuovo codice con la seguente convenzione:

RD_IT_XXXX_YYY

Dove:

- **XXXX**: codice identificativo numerico sequenziale univoco assegnato dal MiTE al gestore dell'infrastruttura stradale (Comune di Caravaggio = 0151);
- **YYY**: codice identificativo dell'infrastruttura stradale (unica competenza SP 11= 001).

RD_IT_0151_001



3.3 Asse stradale principale oggetto di mappatura anno 2022– DF4_8

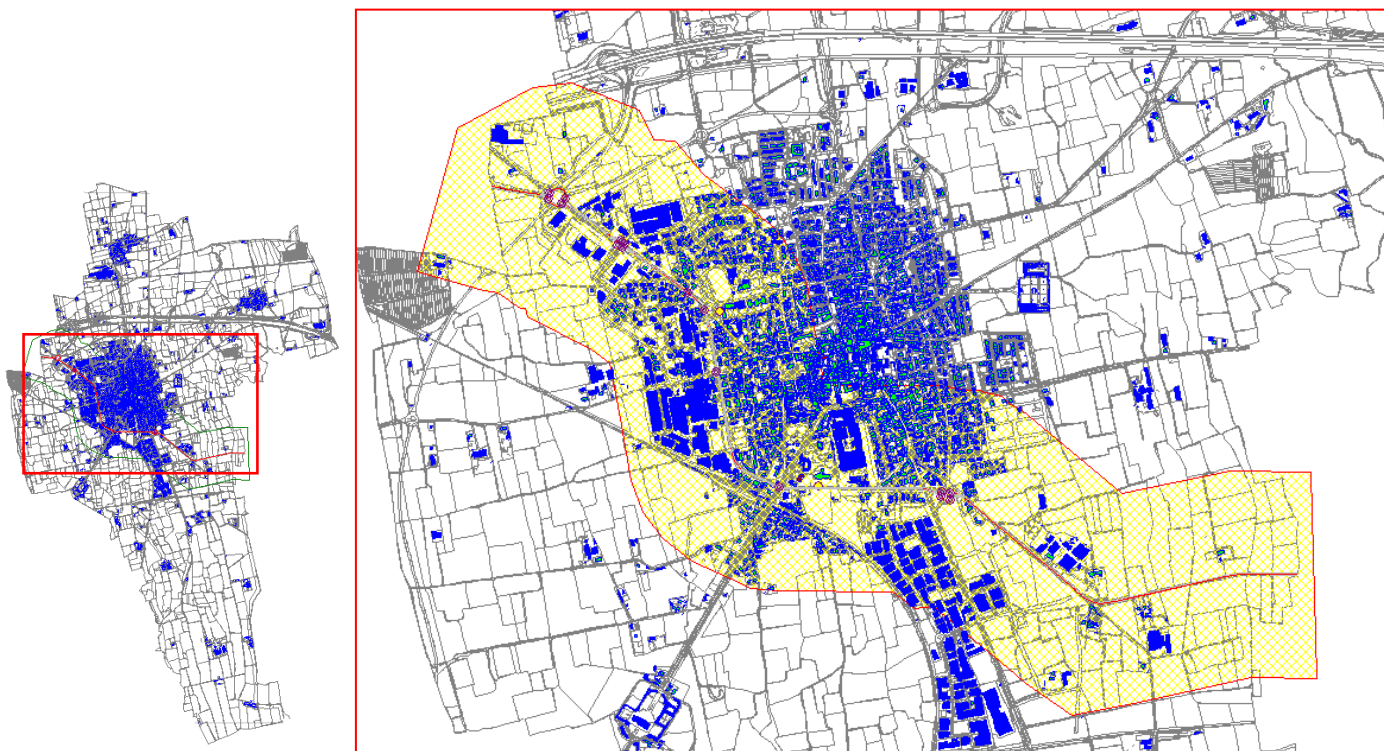
L'infrastruttura stradale oggetto di mappatura acustica è la ex SS 11, ora SP 11, è classificata secondo il Codice della Strada come “C – Strada extraurbana secondaria” (fonte: mappatura acustica Provincia di Bergamo – giugno 2017); è una strada a due carreggiate (una corsia per ogni senso di marcia) e nel tratto di studio corre a livello del piano di campagna con pendenza longitudinale pressoché nulla. L'area attraversata è densamente edificata in quanto tangente alle aree industriali e all'edificato del nucleo storico del comune di Caravaggio.

La pavimentazione è in conglomerato bituminoso di tipo tradizionale.

Ai fini della mappatura è stata considerato un corridoio di studio di 1 Km² a cavallo dell'infrastruttura stessa (500 m per parte dai cigli bitumati dell'infrastruttura e sue pertinenze); ciò ha permesso di valutare all'interno di un raggio di 500 m la presenza di ricettori sensibili e misurare un campione rappresentativo degli abitanti esposti al rumore della SP 11.

Di seguito la rappresentazione del tratto oggetto del DF4_8 con l'indicazione dei punti di inizio e di fine, coincidenti con l'intersezione dell'infrastrutture ed i confini comunali.

Fig.2: Tratto oggetto di mappatura 2022 –DF4_8: Area di studio



L'attuale zonizzazione acustica, approvata con D.C.C. n. 74 del 29/11/2002, non individua le fasce di pertinenza acustica stradale, DPR 142/2004, in quanto approvata prima dell'entrata in vigore del suddetto decreto; tuttavia, l'intero tracciato della SP 11 è stato classificato in IV classe IV “aree di intensa attività umana”.



3.4 Tratto Stradale soggetto a Mappatura: ubicazione, dimensioni, flussi di traffico

Nella tabella sottostante è riportata la locazione del tratto oggetto di mappatura, il flusso veicolare annuale e la lunghezza dello stesso. Il comune ha predisposto l'ubicazione di diverse telecamere lungo la SP 11 ma un problema tecnico ha reso indisponibile il database 2021. Considerando la parzialità dei dati e che i flussi dell'anno 2021 hanno continuato a risentire dell'emergenza sanitaria dovuta alla pandemia Covid, è stato deciso di utilizzare i dati ricavati dalle indagini del 2022. Si è proceduto con il conteggio dei passaggi veicolari settimanale, eseguito in contemporanea a rilievi fonometrici di monitoraggio acustico, per poi procedere con una stima annuale, ritenuta prudenzialmente rappresentativa dell'annualità 2021.

Tab.1: Asse stradale S.P. 11

Unique Road ID	Annual Traffic Flow 2021	Length	Coordinate ETRS89 UTM32			
			Start		End	
RD_IT_0151_001	3698128	4980	9,62157	45,5049	9,67164	45,4875

Si consiglia per la fase di definizione dei piani di azione un'indagine di verifica dell'effettivo quantitativo di passaggi veicolari in quanto, utilizzando coefficienti parametrici riportati in letteratura scientifica per la stima dei traffici giornalieri e annuali, basati sull'ora di punta del mattino ed il traffico giornaliero medio, si ottengono valori prossimi al limite di "applicabilità" con quanto riportato dall'art. 3, comma 3 lettera b del Decreto Legislativo 194 del 19 agosto 2005: "in qualità di gestore di infrastrutture stradali sulle quali transitano oltre 3 milioni di veicoli anno, è tenuta a trasmettere agli Enti competenti i dati relativi alla "Mappatura Acustica":

Tab.1.1: TGM Asse stradale S.P. 11 dati ottenuti da telecamera MTS 1 - Scuola media "Maestri Caravaggini", Via Bernardo Zenale e Bernardino Butinone

TRAFFICO GIORNALIERO	10363.71429
TRAFFICO PER 261 GIORNI FERIALE	2,394,018.00
TRAFFICO FESTIVO GIORNALIERO	7,254.60
TRAFFICO PER 104 GIORNI FESTIVI	754,478.40
TRAFFICO ANNUALE	3,148,496.40

Tab.1.2: TGM Asse stradale S.P. 11 dati ottenuti da telecamera MTS 2- Scuola dell'infanzia "San Bernardino, Viale Giovanni XXIII

TRAFFICO GIORNALIERO	9900
TRAFFICO PER 261 GIORNI FERIALE	2,286,900.00
TRAFFICO FESTIVO GIORNALIERO	6,930.00
TRAFFICO PER 104 GIORNI FESTIVI	720,720.00
TRAFFICO ANNUALE	3,007,620.00



3.5 Flussi di traffico

Per l'attribuzione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) sono stati utilizzati i dati delle centraline di monitoraggio settimanale in accordo con il comune di Caravaggio che si è reso disponibile all'installazione di due centraline MTS per effettuare dei rilievi settimanali di traffico veicolare, in contemporanea all'esecuzione delle misure di rumore.

Si tratta di dati registrati da centraline del "Sistema automatizzato di monitoraggio dei flussi di traffico" (sistema M.T.S.) che rilevano i passaggi dei veicoli e dalla lettura delle targhe restituiscono informazioni inerenti la tipologia del veicolo suddivisi in diverse categorie: veicoli leggeri come le auto; veicoli pesanti come gli autobus ed i camion; veicoli medi/pesanti come i furgoni; motociclette; mentre per i veicoli in cui si hanno avuti problemi di lettura viene generata la categoria "unknown".

Tali dati sono stati utilizzati per la calibrazione del modello matematico.

Rispetto ai precedenti cicli di mappatura, la normativa comunitaria prevede l'utilizzo di un metodo comune di calcolo del rumore stradale CNOSSOS-EU (Definito dalle Direttive Europee 2015/996 e 1226/2021) che parte dall'inserimento dei dati di flusso di traffico suddivisi in 4 categorie:

- **Veicoli leggeri**
- **Veicoli medio/pesanti**
- **Veicoli pesanti**
- **Veicoli a due ruote distinti tra ciclomotori e motocicli**

Di seguito si riporta la definizione delle categorie di veicoli come indicato sulla Direttiva CE 2015/996.

Tab.2: Classi di veicoli come da Tabella [2.2.a]



Categoria	Nome	Descrizione		Categoria di veicoli nel sistema CE Omologazione dei veicoli completi (1)
1	Veicoli a motore leggeri	Autovetture, furgoni ≤ 3,5 tonnellate, SUV (2), MPV (3), inclusi rimorchi e roulotte		M1 e N1
2	Veicoli medio-pesanti	Veicoli medio-pesanti, furgoni > 3,5 tonnellate, autobus, camper, ecc. a due assi e con pneumatici accoppiati sull'asse posteriore		M2, M3 e N2, N3
3	Veicoli pesanti	Veicoli commerciali pesanti, vetture da turismo, autobus, con tre o più assi		M2 e N2 con rimorchio, M3 e N3
4	Veicoli a motore a due ruote	4a	Ciclomotori a due, tre e quattro ruote	L1, L2, L6
		4b	Motocicli con e senza sidecar, tricicli e quadricicli	L3, L4, L5, L7
5	Categoria aperta	Da definire in base alle esigenze future		n.d.

(1) Direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 settembre 2007 (GUL 263 del .10.2007, p. 1), che istituisce un quadro per l'omologazione dei veicoli a motore e dei loro rimorchi, nonché dei sistemi, componenti ed entità tecniche destinati a tali veicoli.

(2) Acronimo di Sport Utility Vehicle (veicolo utilitario sportivo)

(3) Acronimo di Multi-Purpose Vehicle (veicolo multifunzionale)

Per quanto riguarda la categoria “veicoli a motore a due ruote” i sistemi di rilevazione impiegati per effettuare i monitoraggi settimanali non sono in grado di distinguere fra le due classi di veicoli. I passaggi rilevati sono stati tutti attribuiti cautelativamente alla classe 4b.

Per le velocità medie, in assenza di dati certi ottenuti dalle centraline dei monitoraggi fissi e settimanali, si è utilizzata la velocità prescritta dai limiti, ovvero 50 Km/h con la riduzione a 40 Km/h presso le rotonde e 30 Km/h all'interno delle rotonde; in prossimità di incroci e semafori si sono inserite le riduzioni impostate del modello matematico.

I dati ottenuti sono stati elaborati in modo da definire i flussi medi orari delle quattro classi di veicoli nei tre periodi di riferimento diurno, serale, notturno.

I dati sono stati validati dal Comune stesso.

Flussi di traffico e velocità sono riportati nella sezione successiva di descrizione dell'asse stradale.

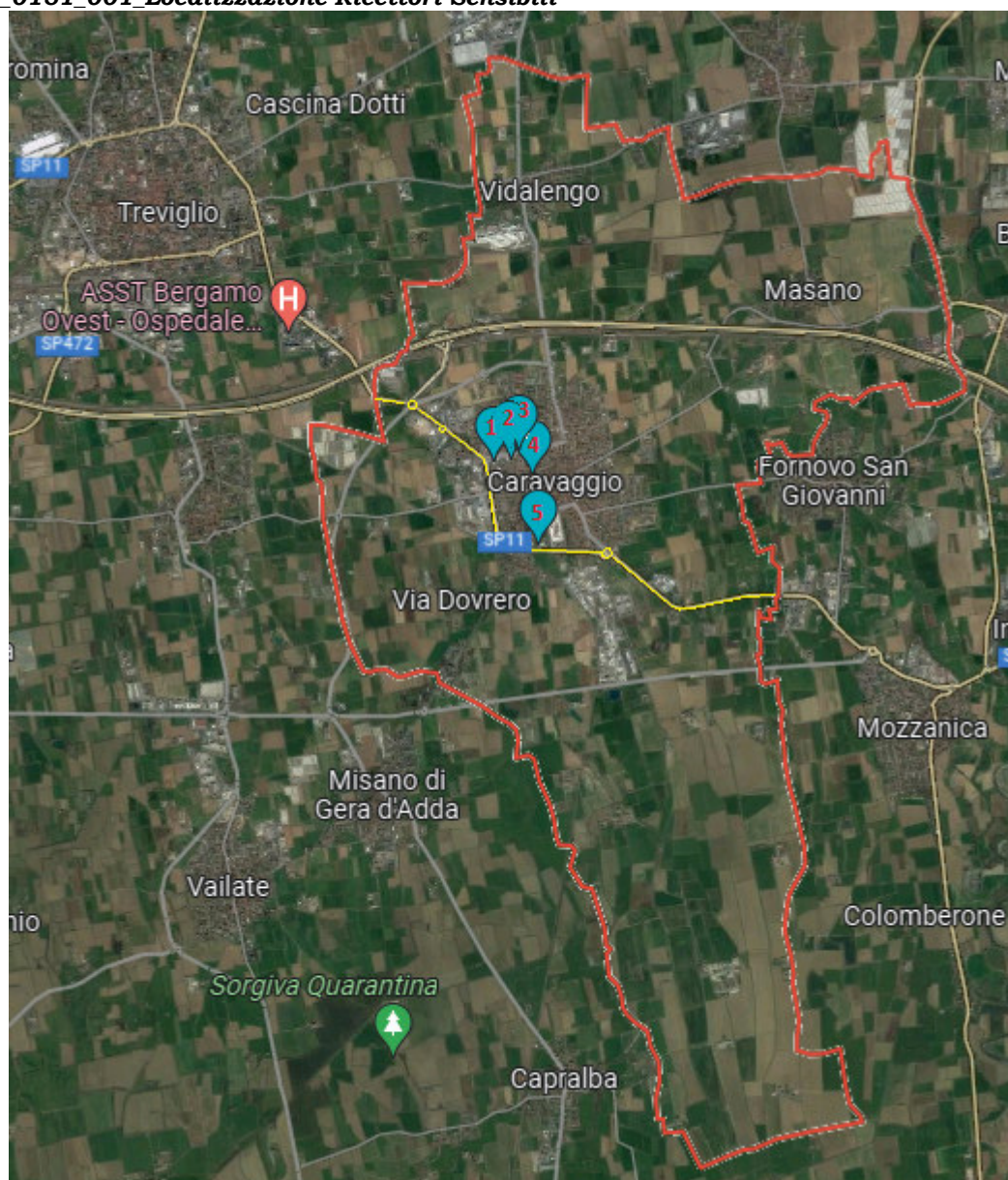


3.6 Strada Provinciale SP 11 ex SS 11 tratto in Comune Caravaggio RD_IT_0151_001

All'interno dell'area di studio (1 Km²) della strada SP 11 sono presenti diversi ricettori sensibili, tutti identificati in strutture scolastiche:

1. Scuola media "Maestri Caravaggini"
2. Liceo Statale "Galileo Galilei"
3. Scuola Paritaria "Conventino - La Sorgente" (elementari e medie)
4. Scuola elementare "Michelangelo Merisi"
5. Scuola dell'infanzia "San Bernardino"

Fig.3: RD_IT_0151_001_Localizzazione Ricettori Sensibili

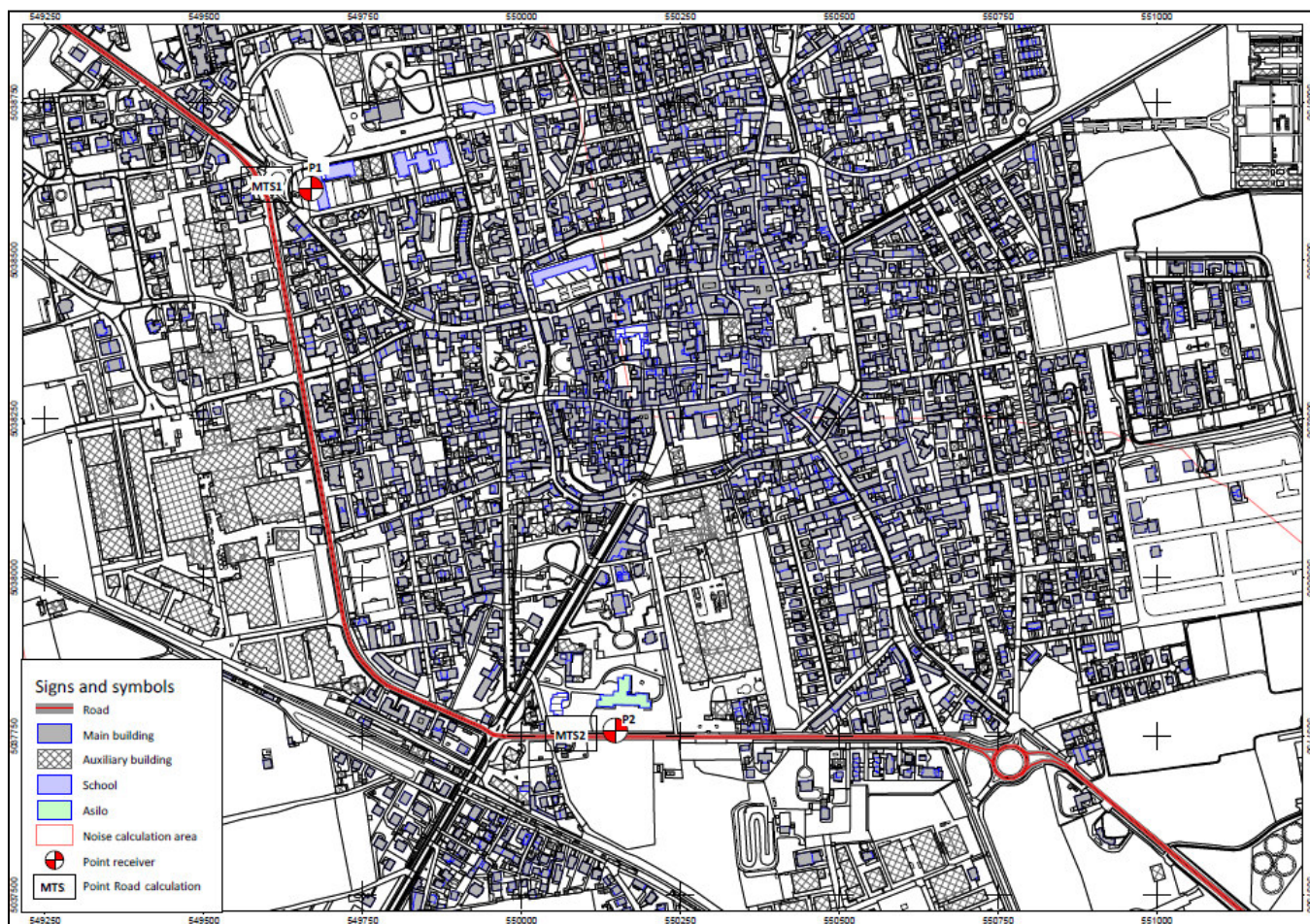




3.6.1 Flussi di traffico rilevati

Per la caratterizzazione dei flussi è stato necessario eseguire una campagna di monitoraggio in quanto i dati messi a disposizione delle telecamere fisse MTS, in dotazione al comune, non sono più disponibili dal momento che è stato cambiato il software di gestione ed il database dell'anno 2021 risulta irrecuperabile. Sono state eseguite due campagne di controllo strumentale settimanale in due postazioni rappresentative, in contemporanea alle misure di rumore settimanale funzionali per la caratterizzazione del flusso di transito della SP 11.

Fig.4: RD_IT_0151_001 Localizzazione rilievi settimanali flussi di traffico e monitoraggio rumore



L'asse è stato analizzato in due tratti in corrispondenza dei fronti dei ricettori sensibili:

- Scuola media "Maestri Caravaggini", Via Bernardo Zenale e Bernardino Butinone
- Scuola dell'infanzia "San Bernardino, Viale Giovanni XXIII

E' emersa una sostanziale omogeneità dal punto di vista dei flussi di traffico, in quanto si è osservato che non vi sono modifiche nei flussi sia dal punto quantitativo che tipologico veicolare:

- 1° tratto: dalla rotonda a nord del comune, innesto con tangenziale nord e ovest di Caravaggio fino ad incrocio con SP;
- 2° tratto: da incrocio con SP 130 fino alla rotonda con Via Sforza.

Per entrambi i tratti i flussi di traffico sono stati stimati sulla base dell'analisi dei dati ottenuti dai rilievi effettuati dal 6 al 13 luglio 2022.



Tratto 1: i flussi di traffico sono stati ottenuti tramite rilevamento di traffico settimanale.

P.SCUOLE MAESTRI CARAVAGGINI	PERIODO DIURNO				PERIODO SERALE				PERIODO NOTTURNO			
	Media oraria nelle 14 ore - dalle 06:00 alle 20:00				Media oraria nelle 2 ore - dalle 20:00 alle 22:00				Media oraria nelle 8 ore - dalle 22:00 alle 06:00			
RILIEVO SETTIMANALE	Cat 4b DUE RUOTE	Cat 1 LEGGERI	Cat 2 MEDIO PESANTI	Cat 3 PESANTI	Cat 4b DUE RUOTE	Cat 1 LEGGERI	Cat 2 MEDIO PESANTI	Cat 3 PESANTI	Cat 4b DUE RUOTE	Cat 1 LEGGERI	Cat 2 MEDIO PESANTI	Cat 3 PESANTI
06/07/2022- 13/07/2022	38	50200	7290	3316	6	4875	295	77	277	4655	471	825
unknown	66				3				20			

Ogni singolo giorno è stato elaborato per ottenere la media giornaliera settimanale

P.SCUOLE MAESTRI CARAVAGGINI	PERIODO DIURNO				PERIODO SERALE				PERIODO NOTTURNO			
	Media oraria nelle 14 ore - dalle 06:00 alle 20:00				Media oraria nelle 2 ore - dalle 20:00 alle 22:00				Media oraria nelle 8 ore - dalle 22:00 alle 06:00			
	DUE RUOTE	LEGGERI	MEDIO PESANTI	PESANTI	DUE RUOTE	LEGGERI	MEDIO PESANTI	PESANTI	DUE RUOTE	LEGGERI	MEDIO PESANTI	PESANTI
06/07/2022	8	5626	972	468	2	670	59	8	16	320	19	47
unknown	10				1				0			
07/07/2022	6	7644	1267	604	1	744	43	18	33	623	63	115
unknown	10				1				4			
08/07/2022	4	7739	1300	660	1	758	42	5	39	689	81	121
unknown	13				0				3			
09/07/2022	5	7262	632	105	0	731	34	20	61	783	102	129
unknown	4				0				3			
10/07/2022	4	5436	258	29	0	702	36	8	42	768	52	163
unknown	2				1				4			
11/07/2022	4	7228	1317	656	1	598	35	9	29	557	63	107
unknown	11				0				1			
12/07/2022	7	7706	1276	655	1	672	46	9	34	615	54	96
unknown	16				0				3			
13/07/2022	0	1559	268	139					23	300	37	47
unknown	0								2			



Tratto 2: i flussi di traffico sono stati ottenuti tramite rilevamento di traffico settimanale.

P.SCUOLE MAESTRI CARAVAGGINI	PERIODO DIURNO				PERIODO SERALE				PERIODO NOTTURNO			
	Media oraria nelle 14 ore - dalle 06:00 alle 20:00				Media oraria nelle 2 ore - dalle 20:00 alle 22:00				Media oraria nelle 8 ore - dalle 22:00 alle 06:00			
RILIEVO SETTIMANALE	Cat 4b DUE RUOTE	Cat 1 LEGGERI	Cat 2 MEDIO PESANTI	Cat 3 PESANTI	Cat 4b DUE RUOTE	Cat 1 LEGGERI	Cat 2 MEDIO PESANTI	Cat 3 PESANTI	Cat 4b DUE RUOTE	Cat 1 LEGGERI	Cat 2 MEDIO PESANTI	Cat 3 PESANTI
06/07/2022- 13/07/2022	886	46418	7080	2996	64	4453	194	27	167	7467	831	403
unknown	592				5				31			

Ogni singolo giorno è stato elaborato per ottenere la media giornaliera settimanale

P.SCUOLE MAESTRI CARAVAGGINI	PERIODO DIURNO				PERIODO SERALE				PERIODO NOTTURNO			
	Media oraria nelle 14 ore - dalle 06:00 alle 20:00				Media oraria nelle 2 ore - dalle 20:00 alle 22:00				Media oraria nelle 8 ore - dalle 22:00 alle 06:00			
	DUE RUOTE	LEGGERI	MEDIO PESANTI	PESANTI	DUE RUOTE	LEGGERI	MEDIO PESANTI	PESANTI	DUE RUOTE	LEGGERI	MEDIO PESANTI	PESANTI
06/07/2022	101	5563	1009	461	12	690	40	5	4	400	9	5
unknown	58				1				1			
07/07/2022	117	7174	1263	564	10	669	30	5	33	1085	140	68
unknown	84				2				4			
08/07/2022	149	7217	1242	583	15	682	24	1	33	1157	152	71
unknown	107				0				9			
09/07/2022	136	6413	613	118	7	647	23	7	18	1120	104	41
unknown	86				0				5			
10/07/2022	106	4330	192	35	1	600	36	2	10	967	53	33
unknown	92				1				6			
11/07/2022	133	6902	1263	579	7	532	19	2	21	952	134	62
unknown	72				1				2			
12/07/2022	127	7565	1249	553	12	633	22	5	27	1106	128	58
unknown	83				0				4			
13/07/2022	17	1254	249	103					21	680	111	65
unknown	10								0			



3.6.2 Velocità attribuita ai flussi

La velocità è stata definita pari a 50 Km/ora come richiesto dal codice stradale ovvero nel centro abitato e nelle frazioni direttamente attraversate dall'infrastruttura. La scelta effettuata è motivata dall'incapacità di rilevazione delle centraline installate in quanto prive di sensore di registrazione delle velocità per categorie di veicolo.

Per quanto riguarda la modellazione in prossimità di rotonde la velocità è stata posta pari a 40 Km/h e per mezzo di una funzione del software sono stati inseriti i parametri previsti dal modello di calcolo CNOSSOS. Tramite la stessa funzione sono stati inseriti gli incroci dotati di impianto semaforico, come l'incrocio con la SP 130.

3.7 Indagini fonometriche SP 11 RD_IT_0151_001

La mappatura acustica e le relative indagini fonometriche si sono concentrate sui tratti di competenza comunale della SP 11.

Sono stati scelti due punti a ridosso di due ricettori sensibili, già evidenziati nella mappatura precedente (indicati in figura 4):

- Scuola media "Maestri Caravaggini", Via Bernardo Zenale e Bernardino Butinone;
- Scuola dell'infanzia "San Bernardino", Viale Giovanni XXIII.

Presso tali punti di indagine sono stati effettuati dei rilievi settimanali in continuo al fine di avere un quadro rappresentativo del clima acustico di zona in relazione alla strada indagata.

Fig.5: Ubicazione punto di misura monitoraggio rumore presso Scuola media "Maestri Caravaggini"





Fig.6: Ubicazione punto di misura monitoraggio rumore presso Scuola dell'infanzia "San Bernardino"



In allegato A si riportano le schede relative ai rilievi fonometrici in continuo.

I rilievi sono stati effettuati da mercoledì 6 luglio 2022 a mercoledì 13 luglio 2022. Le condizioni meteo sono state favorevoli e la velocità del vento non è stata superiore ai 5 km/h.

Gli eventi mascherati all'interno della misura fonometrica sono le attività di gestione del verde fronte scuola "Maestri Caravaggini" avvenute nella mattinata di lunedì 11 luglio.

L'esecuzione contemporanea della conta traffico e dei rilievi acustici ha consentito di ottenere una descrizione del fenomeno acustico della sorgente stradale SP 11 rappresentativo che ha consentito la calibrazione corretta del modello di simulazione.

Per poter paragonare e calibrare il modello matematico sono stati estrapolati i valori dei descrittori acustici:

Lden, il livello giorno-sera-notte (day-evening-night level) espresso in decibel ponderati "A" ed equivalente al livello misurato nelle 24 h ottenuto dalla somma dei tre periodi: day, dalle 06:00 alle 20; evening, dalle 20:00 alle 22:00 e night, dalle 22 alle 06:00.

Lnight il livello notte espresso in decibel ponderati "A" ed equivalente al periodo di riferimento notturno italiano, dalle 06:00 alle 22:00.

Per il periodo Lden sono stati analizzati i due sottoperiodi di osservazione:

day, dalle 06:00 alle 20;

evening, dalle 20:00 alle 22:00

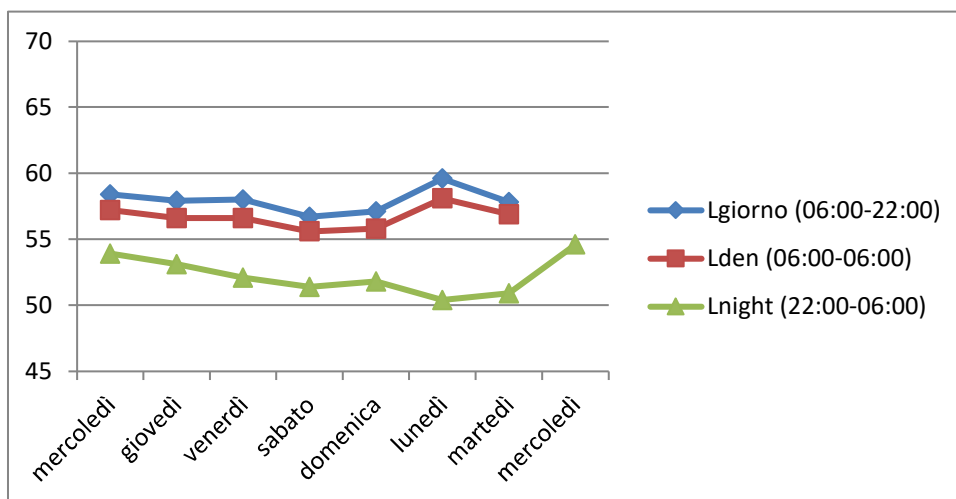
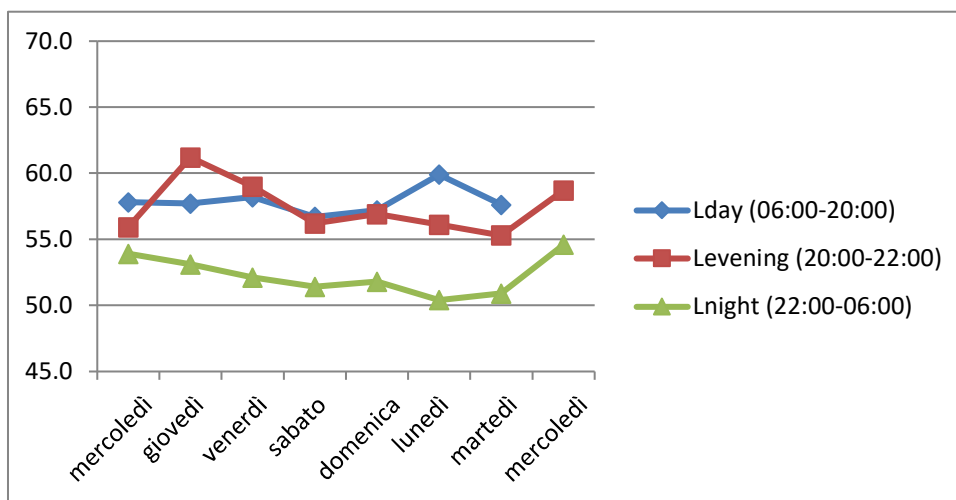
Tutti i valori ottenuti dalle misure sono stati confrontati con i medesimi periodi rilevati dai flussi.

La sintesi dei risultati delle due campagne di misure sono riportati nelle tabelle seguenti:



Tab.2: Sintesi monitoraggio acustico punto misura presso scuola media "Mastri Caravaggini"

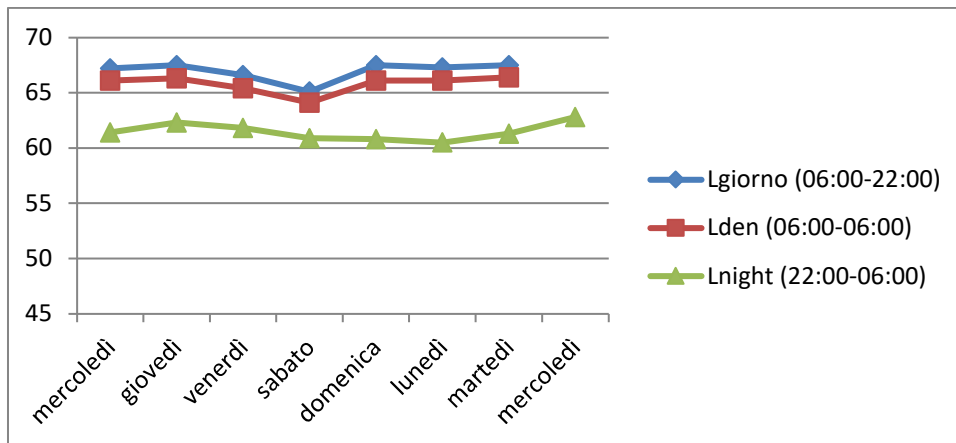
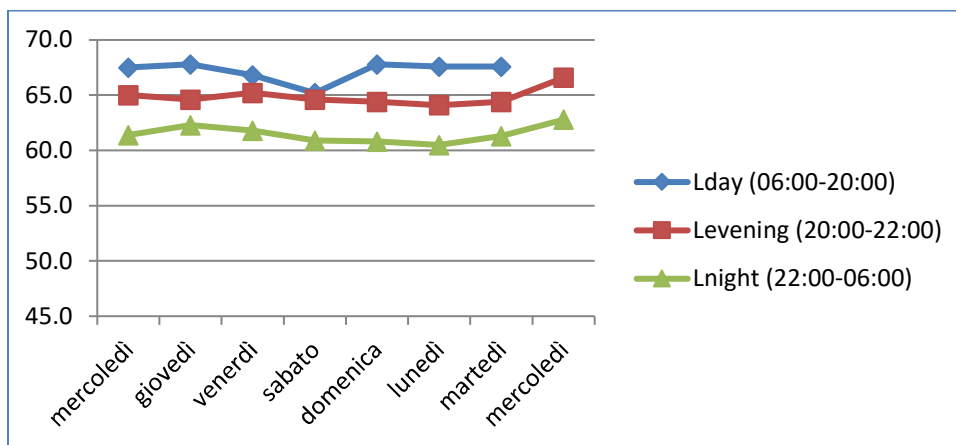
date	giorno settimanale	Lgiorno (06:00-22:00) in dB(A)	Lday (06:00-20:00) in dB(A)	Levening (20:00-22:00) in dB(A)	Lnight (22:00-06:00) in dB(A)	Lden (06:00-06:00) in dB(A)
06/07/2022	mercoledì	parziale 56.8	parziale 57	55,9	53.9	
07/07/2022	giovedì	58.4	57.8	61.2	53.1	57.2
08/07/2022	venerdì	57.9	57.7	59	52.1	56.6
09/07/2022	sabato	58	58.2	56.2	51.4	56.6
10/07/2022	domenica	56.7	56.7	56.9	51.8	55.6
11/07/2022	lunedì	57.1	57.2	56.1	50.4	55.8
12/07/2022	martedì	59.6	59.9	55.3	50.9	58.1
13/07/2022	mercoledì	57.8	57.6	58.7	54.6	56.9
14/07/2022	mercoledì	parziale 57.5				





Tab.3: Sintesi monitoraggio acustico punto misura presso scuola dell'infanzia statale "San Bernardino"

date	giorno settimanale	Lgiorno (06:00-22:00) in dB(A)	Lday (06:00-20:00) in dB(A)	Levening (20:00-22:00) in dB(A)	Lnight (22:00-06:00) in dB(A)	Lden (06:00-06:00) in dB(A)
06/07/2022	mercoledì	parziale 67.6	parziale 68	65.0	61.4	
07/07/2022	giovedì	67.2	67.5	64.6	62.3	66.1
08/07/2022	venerdì	67.5	67.8	65.2	61.8	66.3
09/07/2022	sabato	66.6	66.8	64.6	60.9	65.4
10/07/2022	domenica	65.1	65.2	64.4	60.8	64.1
11/07/2022	lunedì	67.5	67.8	64.1	60.5	66.1
12/07/2022	martedì	67.3	67.6	64.4	61.3	66.1
13/07/2022	mercoledì	67.5	67.6	66.6	62.8	66.4
14/07/2022	mercoledì	parziale 67.9				





4 Fasi del processo di mappatura acustica

Per la redazione della presente mappatura acustica si è proceduto secondo le seguenti fasi di lavoro:

- Raccolta dei dati informativi e territoriali, con riferimento all'anno 2021, presso il Comune di Caravaggio e la banca dati del geoportale della regione Lombardia;
- Esecuzione del monitoraggio acustico e del conteggio dei flussi in contemporanea, per la durata di una settimana in continuo;
- Predisposizione del sistema di calcolo per la stima dei livelli sonori;
- Elaborazione delle mappe acustiche;
- Predisposizione dei risultati secondo i formati stabiliti dagli organi competenti.

5 Dati informativi e territoriali

5.1 Periodo di riferimento dei dati di input

Per la stesura delle mappature oggetto di incarico i dati di input utilizzati si riferiscono ai flussi di traffico dell'anno 2021 tuttavia sono stati stimati dai rilievi settimanali eseguiti dal 6 al 13 luglio 2022, mentre per tutti gli altri dati si è cercato di utilizzare i dati più recenti presenti presso l'amministrazione comunale e pubbliche banche dati come il geoportale della regione Lombardia.

5.2 Individuazione delle aree da mappare

Secondo la direttiva 2002/49/CE, l'estensione dell'area da mappare comprende tutte le porzioni di territorio caratterizzate da valori dell'indicatore $L_{den} \geq 55$ dB (è matematicamente dimostrabile che in tale area è sempre compresa l'area in cui il valore di $L_{night} \geq 50$ dB); trattandosi di un contesto densamente edificato, il decadimento del suono è maggiore in quanto è inversamente proporzionale agli ostacoli che incontra lungo le direttrici di propagazione della sorgente rumore: le differenti schiere di edifici diventano volumi schermanti.

Per il presente lavoro, in continuità con i precedenti cicli di mappatura acustica, è stata estesa l'area di indagine per un criterio cautelativo di inclusione dei ricettori sensibili, non in prossimità alla SP, che potrebbero non beneficiare della schermatura dell'edificato frapposto fra loro e la sorgente stradale oggetto di indagine.

La mappatura acustica è stata valutata su di **un'area buffer di 500 m da ogni lato dell'infrastruttura** considerata.

5.3 Formati informatici di riferimento per i dati di input

I modelli di calcolo utilizzati per la mappatura acustica richiedono l'acquisizione in forma



vettoriale e **georeferenziata** delle informazioni riguardanti le caratteristiche geometriche e morfologiche dell'area da mappare. I dati necessari per la stima dei livelli di pressione sonora comprendono:

- Andamento altimetrico del terreno;
- Localizzazione e caratterizzazione dimensionale delle sorgenti di rumore;
- Localizzazione e caratterizzazione geometrica degli edifici (perimetro, altezza, forma);
- Perimetro delle aree con specifiche caratteristiche di attenuazione dell'onda sonora (tipo di copertura del suolo);
- Localizzazione e caratterizzazione dimensionale di ostacoli naturali o artificiali alla propagazione;
- Distribuzione della popolazione negli edifici residenziali, intesa come numero di residenti per ogni edificio ad uso abitativo oppure come numero di residenti per numero civico su file georeferenziato sovrapponibile a quello degli edifici.

La cartografia utilizzata deriva dal data base topografico regionale (fonte: geoportale regione Lombardia) integrata dalla base autocad fornita direttamente dalla committenza, per quanto riguarda gli edifici.

Tutti i file importati sono stati georeferenziati secondo il sistema di riferimento ETRS89-UTM32N. Il progetto è stato sviluppato secondo questo sistema di riferimento ma i data set geografici finali sono stati convertiti nel sistema di riferimento **ETRS89-GRS80** codificato da i sistemi GIS con EPSG:4258 (vedi "Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali" MiSE marzo 2022).

5.3.1 Modello digitale del terreno

Coperture cartografiche geoportale regione Lombardia utilizzate:

- *DBTR* (rilievo 2015 aggiornamento 2019) – *punto quotato* – singoli punti quotati.
- *DBTR* (rilievo 2015 aggiornamento 2019) – *Isoispe* – curve di livello quotate.

I punti quota e le curve di livello sono stati utilizzati per la creazione automatica da parte del programma del modello tridimensionale del terreno (DGM). Tale modello è stato corretto manualmente in caso di terrapieni, ponti, cavalcavia... Per l'uso del suolo è stato associato un valore di ground factor G coerente con quanto indicato nella Tabella 2.5.a dell'Allegato 2 al D.lgs 194/2005 (inserita a seguito del recepimento della Direttiva UE 2015-996). I valori di assorbimento acustico (ground factor) sono stati scelti a seconda della tipologia di terreno tra i valori 0 (superficie riflettente come il manto stradale ed i piazzali delle industrie), 0,3, 0,7 e 1 (superficie ad alto assorbimento come i campi coltivati od i manti erbosi).

5.3.2 Edifici

Coperture cartografiche Regionali integrate con mappe vettoriali consegnate dal comune:



- *DBTR* (rilievo 2015) AUTOCAD aggiornamento 2021 – *Edificio ed Unità volumetrica*

La combinazione di queste due coperture ha permesso di ottenere shape file contenenti le seguenti informazioni rilevanti ai fini dello studio acustico:

- Ingombro degli edifici;
- Altezza degli edifici;
- Destinazione d'uso.

Cartografie Comunali utilizzate:

- il comune di Caravaggio ha fornito file dwg contenenti informazioni quali: superficie edificata, destinazione d'uso e l'altezza di ogni edificio. Talvolta questi due ultimi dati non risultavano aggiornati e per ovviare potenziali errori si è così proceduto:
 - correggere manualmente la destinazione d'uso di alcuni edifici (edifici di dimensioni molto ridotte o edifici con dimensioni e forme caratteristiche di edifici industriali/commerciali) dopo confronto con immagini satellitari fornite da GoogleEarth;
 - modificare la destinazione d'uso di quegli edifici definiti come residenziali di superficie inferiore a 28 m²;
 - assegnare di default un'altezza di 6 m a quegli edifici che non avevano l'informazione dell'altezza o un'altezza inferiore a 2,5 m (pur avendo una superficie significativa);
 - assegnare di default un'altezza di 9 m agli edifici commerciali o industriali aventi superficie superiore a 100 m².

Per quanto riguarda i ricettori "sensibili" (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) la destinazione d'uso, non essendo presente nelle coperture cartografiche Regionali, è stata assegnata manualmente dopo aver eseguito l'individuazione nel seguente modo:

- confronto con i ricettori sensibili individuati nelle precedenti mappature;
- verifiche con il comune Caravaggio per quanto riguarda i ricettori sensibili identificati negli edifici come scuole, ospedali, case di cura o di riposo.

5.3.3 Barriere acustiche stradali e terrapieni

In nessun tratto della SP 11 analizzata, sono presenti barriere acustiche o terrapieni.

5.4 Popolazione residente e numero di abitazioni

Il comune di Caravaggio non possiede un censimento dei residenti per singolo edificio.

Il D.lgs 194/05 all'Allegato 2 punto 2.8.2 (CASO1B) prevede che, qualora il numero di abitazioni e di persone sia noto per entità più grandi di un edificio (ad esempio le zone censuarie, gli isolati, i quartieri o l'intero comune), il numero di abitazioni e il numero di persone che vivono



nelle abitazioni per un dato edificio sia stimato sulla base del volume dello stesso.

$$(2.8.2a) \quad Inh_{building} = \frac{V_{building}}{V_{total}} \times Inh_{total}$$

$$(2.8.2b) \quad DW_{building} = \frac{V_{building}}{V_{total}} \times DW_{total}$$

Il volume dell'edificio è calcolato come prodotto della sua superficie di base per l'altezza.

Ad oggi l'ISTAT effettua censimenti permanenti della popolazione.

Non risultano aggiornati al 2021 dei residenti e delle abitazioni per zona censuaria. L'ultimo censimento decennale che associava i residenti e le abitazioni alle aree di censimento risale al 2011.

In questa mappatura si è proceduto, in accordo con l'amministrazione, con la stima attraverso un'analisi di tipo statistico e calcolando il volume di ogni piano di tutti gli edifici abitativi, e successivamente ipotizzando, in base ai più diffusi criteri di igiene e sanità, una densità abitativa di un abitante ogni 100 m³ di unità immobiliare. La stima è stata ottenuta attraverso i dati sugli edifici raccolti come indicato in precedenza e le informazioni indicate dal comune. Successivamente i residenti e le abitazioni sono stati assegnati ai singoli edifici sulla base del volume.

Per i ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e riposo) nel nostro caso solo scuole, i dati sono stati richiesti direttamente alle strutture che hanno fornito il numero degli alunni e degli addetti a servizio delle strutture stesse.

6 Programmi di contenimento del rumore

Nei piani d'azione per il contenimento del rumore, approvati dal Comune di Caravaggio, sono stati previsti interventi di mitigazione acustici. Il Piano per il quinquennio 2018-2023 è pubblicato sul sito dell'ente all'indirizzo istituzionale:

http://www.comune.caravaggio.bg.it/servizi/notizie/notizie_fase02.aspx?ID=18268

Gli interventi previsti nei precedenti piani d'azione non sono stati realizzati ma in alcune zone residenziali è stata prevista la limitazione della velocità a 50 Km/h e l'installazione delle centraline di rilievo del traffico ha determinato un maggior rispetto dei limiti. Al fine del contenimento del rumore si può considerare la presenza delle telecamere come uno strumento dissuasivo che ha apportato ad un miglior rispetto dei limiti imposti. Le migliorie attuate sono state inserite nella mappatura in quanto il flusso rilevato è stato monitorato anche in affiancamento alle attuali centraline.



7 Indicatori utilizzati per le mappature acustiche

Ai fini dell'elaborazione della presente mappatura acustica della SP 11 sono stati utilizzati direttamente i descrittori acustici prescritti dalla Commissione Europea:

Lden e Lnight.

Il livello giorno-sera-notte (day-evening-night level) Lden, espresso in decibel ponderati "A", è definito dalla seguente espressione, per quanto riguarda l'Italia (cfr. D. Lgs. 194/05, allegato 1):

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(14 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 2 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Dove:

- Lden è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno;
- Lday è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno;
- Levening è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno;
- Lnight è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno.

Il periodo giorno-sera-notte si estende dalle 6:00 alle 6:00 del giorno successivo e, per quanto riguarda l'Italia, è suddiviso nelle seguenti fasce orarie (cfr. D.Lgs.194/05, allegato 1):

- Periodo diurno: dalle 06:00 alle 20:00,
- Periodo serale: dalle 20:00 alle 22:00,
- Periodo notturno: dalle 22:00 alle 06:00.

L'anno a cui si riferiscono i descrittori è l'anno di osservazione per l'emissione acustica ed un anno medio sotto il profilo meteorologico.

La determinazione di Lday, Levening ed Lnight in facciata agli edifici ricettori esclude la componente riflessa dalla facciata retrostante (D. Lgs. 194/05, allegati 1 e 2).

8 Metodi di calcolo e modelli applicati

Secondo il D. Lgs. 194/05, le mappe sono elaborate attraverso l'uso di modelli di calcolo in grado di determinare i valori dei descrittori a lungo termine nei tre periodi di riferimento diurno, serale e notturno, tenendo conto degli effetti meteorologici e delle fluttuazioni dell'emissione acustica delle sorgenti nell'anno di osservazione. Secondo il D.Lgs.194/05, le mappe sono elaborate attraverso l'uso di modelli di calcolo in grado di determinare i valori dei descrittori a



lungo termine nei tre periodi di riferimento diurno, serale e notturno, tenendo conto degli effetti meteorologici e delle fluttuazioni dell'emissione acustica delle sorgenti nell'anno di osservazione. A partire dal 31 dicembre 2018 non è più possibile utilizzare i metodi ad interim di determinazione del rumore poiché è obbligatorio far ricorso ai metodi comuni per la determinazione del rumore riportati nell'Allegato alla direttiva delegata (UE) 2021/1226 che stabilisce "metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio" recepita con decreto del Ministro della Transizione ecologica del 14 gennaio 2022.

Tale modello di calcolo viene denominato CNOSSOS-EU2020 ed è impiegato per l'elaborazione della mappatura acustica.

Sono state eseguite due tipologie di valutazioni:

- Mappe acustiche: griglia di ricevitori entro l'area di calcolo posizionati ad un'altezza di 4 m dal livello del suolo consideranti tutte le riflessioni. Da tale elaborazione sono prodotte le curve e le aree di isolivello acustico.
- Mappe in facciata: serie di ricettori posti in facciata agli edifici ad un'altezza pari a 4 m dal livello del terreno consideranti tutte le riflessioni ad eccezione della riflessione della facciata stessa dell'edificio. Queste mappe permettono di individuare per ogni edificio valori di L_{den} e L_{night} in punti definiti e di effettuare stime sul numero di persone e di abitazioni esposte a determinati livelli di rumore.

8.1.1 Mappe acustiche

Le mappe acustiche valutano gli indicatori L_{den} e L_{night} ad un'altezza pari a 4 m su una griglia con passo di 5 m.

I risultati ottenuti sono riportati su mappe cromatiche riportanti le curve e le aree di isolivello per multipli di 5 dB. Dalle mappe si desume l'estensione della superficie esposta a determinati livelli dell'indicatore L_{den} e L_{night} .

Le mappe (allegate in pdf) riportano:

- Curve isolivello L_{den} 50, 55, 60, 65, 70, 75 dB;
- Curve isolivello L_{night} 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 dB;
- Edifici distinti tra residenziali e con altra destinazione d'uso;
- Infrastrutture;
- Ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura, ecc....);
- Barriere acustiche, terrapieni;
- Toponimi;
- Confini amministrativi.



Le mappe acustiche costituiscono la base geometrica per il modello di dati in formato GeoPackage.

8.1.2 Mappe di esposizione

Le mappe di esposizione sono ottenute attraverso un tipo di calcolo che è il calcolo in facciata. Ai fini del calcolo del numero di abitazioni e di persone che vivono nelle abitazioni nel caso delle sorgenti di rumore terrestri, i punti ricettore sono ubicati di fronte alle facciate degli edifici residenziali ad una distanza di 0,1 m. Le riflessioni delle facciate interessate sono state escluse dal calcolo.

Per posizionare i punti ricettori si è utilizzata la procedura relativa al **caso 1** riportato dall'Allegato alla direttiva delegata (UE) 2021/1226:

Caso 1: facciate suddivise a intervalli regolari

- a) I segmenti di lunghezza superiore a 5 m sono suddivisi in intervalli regolari della massima lunghezza possibile (ma comunque non superiore a 5 m). I punti ricettore sono posti nel mezzo di ciascun intervallo regolare.
- b) I segmenti rimanenti di lunghezza superiore a 2,5 m sono rappresentati da un punto ricettore nel mezzo di ciascun segmento.
- c) I segmenti rimanenti adiacenti di lunghezza totale superiore a 5 m sono trattati come oggetti polilinea con modalità simili a quelle descritte alle lettere a) e b).

Per l'assegnazione delle abitazioni e delle persone che vivono nelle abitazioni ai punti ricettore si è utilizzata la procedura relativa al **caso 1b** riportato dall'Allegato alla direttiva delegata (UE) 2021/1226:

1b) Dalle informazioni disponibili risulta che le abitazioni all'interno di un condominio sono disposte in modo da avere più facciate esposte al rumore, oppure non sono disponibili informazioni riguardo al numero di facciate esposte al rumore: in tal caso, per ciascun edificio, l'insieme delle posizioni dei ricettori associati viene diviso in una metà inferiore e una superiore in base al valore mediano dei livelli calcolati per l'edificio. Se i punti ricettore sono in numero dispari si esclude la posizione del ricettore che presenta il livello di rumore più basso. Il numero di abitazioni e di persone che vivono nelle abitazioni è distribuito equamente tra i punti ricettore nella metà superiore dell'insieme di dati, in modo che la somma di tutti questi punti ricettore corrisponda al numero totale di abitazioni e di persone che vivono nelle abitazioni. Ai ricettori nella metà inferiore dell'insieme di dati non sono assegnate abitazioni né persone che vivono nelle abitazioni.

Il software di calcolo utilizzato permette di posizionare i punti ricettori conformemente a quanto sopra riportato (suddivisione regolare delle facciate) e di distribuire persone e abitazioni ai punti



ricettori conformemente al caso 1b.

Il programma di calcolo permette inoltre di ottenere le seguenti informazioni in formato tabulare:

- Numero totale di persone esposte a prefissati intervalli di livelli di L_{den} e L_{night} ;
- Numero totale di abitazioni esposte a prefissati intervalli di livelli di L_{den} e L_{night} ;
- Numero di edifici sensibili;
- Superficie totale, in km^2 , esposta a livelli di L_{den} e L_{night} superiori a valori dati (questo dato è ottenuto dalle mappe acustiche areali).

Gli intervalli di rumore determinati sono i seguenti (quelli in grassetto sono richiesti obbligatoriamente):

- Livelli di L_{den} compresi da 50 a 54dB, **da 55 a 59dB, da 60 a 64dB, da 65 a 69dB, da 70 a 74dB e >75dB.**
- Livelli di L_{night} compresi da 40 a 44dB, da 45 a 49dB, **da 50 a 54dB, da 55 a 59dB, da 60 a 64dB, da 65 a 69dB e >70 dB.**

8.2 Caratteristiche generali del programma di calcolo

Il programma di simulazione acustica utilizzato per il presente lavoro è il software tedesco **SoundPlan** Versione 8.2.

Il programma permette di adottare i modelli di calcolo, gli standard e i descrittori acustici raccomandati dalla commissione europea. In particolare, la Versione 8.2. ha implementato lo standard CNOSSOS 2020 richiesto dalle Linee Guida europee “Reporting Guidelines_DF4_8_StrategicNoiseMaps” di dicembre 2021.

Il modello si interfaccia con altri programmi di calcolo ed elaborazione dati quali ArchGis, Autocad ed Excel. Tutti questi programmi sono stati utilizzati per l’elaborazione dei dati di input ed in alcuni casi dei dati di output.

Il programma permette la regolazione dei seguenti parametri di calcolo:

- Raggio di ricerca delle sorgenti;
- Margine di errore dinamico;
- Minima lunghezza di una sezione di sorgente lineare;
- Utilizzazione di DTM linee altimetriche o punti quota;
- Raggio di influenza delle riflessioni;
- Semplificazioni della propagazione;
- Interpolazione della griglia di calcolo.

Per quanto riguarda il traffico stradale la sorgente è costituita da una linea di emissione per



ogni direzione di marcia collocata al centro della corsia. Gli assi sono stati sezionati in segmenti omogenei identificati in base alla variazione significativa dei flussi veicolari, alla velocità veicolare, alla presenza di rotonde, di semafori, di svincoli, variazione del numero di corsie, di pendenza. È stata inserita la tipologia di manto stradale in accordo alla tabella F-4 dell'Allegato alla direttiva delegata (UE) 2021/1226.

8.3 Valori delle impostazioni generali del programma

Impostazioni:

- Ordine di riflessione: 2
- Max raggio di ricerca: 2500 m
- Max distanza riflessioni da ric.: 200 m
- Max distanza riflessioni da srg.: 100 m
- Tolleranza: 0,10 dB

Standard CNOSSOS-EU-2021/2015:

- Limitazione delle diffrazioni: Singole=25dB / Multiple=25dB
- Propagazione in condizioni favorevoli: day=50% / evening=75% / night=100%
- Ambiente: Standard ISO9613-1: umidità=70% / T=15°C / Patm=1013,3mbar

Mappa acustica areale:

- Spaziatura griglia: 5 m
- Altezza dal terreno: 4 m

Mappa di rumore in facciata:

- I ricettori sono stati posti in facciata agli edifici in accordo con lo standard CNOSSOS-EU (caso 1 – Facciate divise ad intervalli regolari)
- Distanza dalla facciata 0,1 m. Nel calcolo si considera il suono incidente e si traslascia il suono riflesso dalla facciata.
- Altezza ricevitori sopra il terreno: 4 m

8.4 Struttura dei dati da trasmettere alla Commissione Europea

Gli elaborati prodotti a seguito delle attività di mappatura acustica devono essere predisposti secondo formati standardizzati, stabiliti dalle autorità responsabili, ed organizzati in strutture logiche che ne consentano una facile individuazione e consultazione.

La Direzione Generale Valutazioni Ambientali (VA) del Ministero della Transizione ecologica (MiTE), in qualità di autorità competente per gli adempimenti previsti dalla Direttiva 2002/49/CE (END), ha provveduto a collaborare con l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) al fine di aggiornare le specifiche tecniche, rilasciare per la prima volta nel 2012 e aggiornate nel 2017 per la terza fase di attuazione della Direttiva stessa, e destinate ai soggetti direttamente coinvolti nella redazione e trasmissione delle mappature



acustiche e delle mappe acustiche strategiche secondo quanto disposto dalla normativa comunitaria e nazionale. Le specifiche sui set di dati relativi alle notifiche e alle mappature acustiche fanno riferimento ai nuovi modelli di dati, che soddisfano sia i requisiti END che quelli INSPIRE, sviluppati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA) per supportare i soggetti coinvolti nei loro obblighi di segnalazione e compatibili con la piattaforma Reportnet 3.0.

Per ogni set di dati prodotto deve essere predisposto e trasmesso il relativo metadato (vedi "Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005)" marzo 2022.

Tale modello di calcolo viene denominato CNOSSOS-EU2020 ed è impiegato per l'elaborazione della mappatura acustica.

Sono state eseguite due tipologie di valutazioni:

- Mappe acustiche: griglia di ricevitori entro l'area di calcolo posizionati ad un'altezza di 4 m dal livello del suolo consideranti tutte le riflessioni. Dalle elaborazioni del programma di simulazione si sono prodotte le curve e le aree di isolivello acustico.
- Mappe in facciata: serie di ricettori posti in facciata agli edifici ad un'altezza pari a 4 m dal livello del terreno consideranti tutte le riflessioni ad eccezione della riflessione della facciata stessa dell'edificio. Queste mappe permettono di individuare per ogni edificio valori di L_{den} e L_{night} in punti definiti e di effettuare stime sul numero di persone e di abitazioni esposte a determinati livelli di rumore.

9 Sintesi dei risultati

Al fine di effettuare un'analisi complessiva dei dati ottenuti si riportano di seguito le tabelle relative alla popolazione, agli edifici ed ai ricettori sensibili esposti ai determinati range di rumore.

9.1 Stima dei residenti, degli edifici esposti e ricettori sensibili

In questa sezione vengono riportate le tabelle di sintesi riportanti le seguenti informazioni: superficie totale esposta, numero totale stimato di persone e di abitazioni esposte agli intervalli di L_{den} superiori a 55, 65, 75.

$L_{den} < 50$ dB, compresi da 50 a 54dB, da 55 a 59dB, da 60 a 64dB, da 65 a 69dB, da 70 a 74dB e >75 dB. Il numero di persone, abitazioni e ricettori è riportato in unità come richiesto dalle Linee Guida Europee e del MiTE.

Sono indicate le aree residenziali limitrofe alle curve di isolivello (superiori a L_{den} 55 e superiori L_{night} 50).



Sono inoltre riportate indicazioni relative ai ricettori sensibili più esposti ed i livelli calcolati in facciata, trattandosi tutti di ricettori sensibili individuati come scuole nella sintesi degli esposti Lnight non sono stati presi in considerazione.

Tabella 9.1: RD IT 0151_001 Sintesi Esposti SP 11

L DEN	POPOLAZIONE ESPOSTA	ABITAZIONI	SCUOLE	OSPEDALI	LNIGHT	POPOLAZIONE ESPOSTA	ABITAZIONI	SCUOLE	OSPEDALI
55-59	523	55	1	0	50-54	584	45	0	0
60-64	488	39	1	0	55-59	722	44	0	0
65-69	922	47	0	0	60-64	437	25	0	0
70-74	152	15	0	0	65-69	0	0	0	0
≥75	0	0	0	0	≥70	0	0	0	0

Tabella 9.2: RD IT 0151_001 Sintesi Esposti SP 11 Ricettori sensibili

RIC.SENSIBILI	TIPOLOGIA / NOME	ALUNNI	INSEGNANTI E PERSONALE	L DEN	LNIGHT
SCUOLA	SCUOLA MEDIA MAESTRI CARAVAGGINI	396	40	55.7	-
SCUOLA	SCUOLA DELL'INFANZIA SAN BERNARDINO	183	30	60.7	-

Tabella 9.3: RD IT 0151_001 Sintesi superfici totali ed Esposti SP 11

L DEN	SUPERFICIE ESPOSTA Km ²	POPOLAZIONE ESPOSTA	ABITAZIONI	SCUOLE	OSPEDALI	LNIGHT	SUPERFICIE ESPOSTA Km ²	POPOLAZIONE ESPOSTA	ABITAZIONI	SCUOLE	OSPEDALI
>55	0.73	2085	156	2	0	>50	0.53	1743	114	0	0
>65	0.27	1074	62	0	0	>60	0.17	437	25	0	0
>75	0.01	0	0	0	0	>70	0	0	0	0	0

10 Materiale trasmesso

La Direzione Generale Valutazioni Ambientali (VA) del Ministero della Transizione ecologica (MiTE), in qualità di autorità competente per gli adempimenti previsti dalla Direttiva 2002/49/CE (END), ha provveduto a collaborare con l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) al fine di aggiornare le specifiche tecniche. Le specifiche sui set di dati relativi alle notifiche e alle mappature acustiche fanno riferimento ai nuovi modelli di dati, che soddisfano sia i requisiti END che quelli INSPIRE, sviluppati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA) per supportare i soggetti coinvolti nei loro obblighi di segnalazione e compatibili con la piattaforma Reportnet 3.0.

Gli elaborati prodotti a seguito delle attività di mappatura acustica sono stati predisposti secondo i formati standardizzati previsti dalle "Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche" MITE - Rev. marzo 2022.

Per ogni set di dati prodotto è stato predisposto e trasmesso il relativo metadato (vedi "Specifiche



tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche D.Lgs. 194/2005” marzo 2022).

I file sono stati organizzati in cartelle secondo quanto indicato nel documento “Organizzazione della documentazione digitale”.

La documentazione è stata suddivisa in tre cartelle principali:

1. XLS: riferimenti del Comune di Caravaggio relativi al gestore (DF2)
2. GEOPACKAGE_METADATA: File .gpkg e metadati relativo alla notifica del 2020 (DF1_DF5 e DF4_DF8)
3. REPORT: Report ed allegati alla relazione, in formato .pdf, ed immagini relative alla mappatura acustica, in formato .pdf (DF4_DF8)

Tab 4: RD_IT_0151_001_Materiale trasmesso SP 11

Nome file	Tipologia	Descrizione	Sistema di riferimento	dati associati
RD_IT_0151_Competent_Authority_DF2_2022.xls	DF2			
MajorRoadSource_2020_RD_IT_0151.gpkg	DF1_DF5	localizzazione	ETRS89-GRS80	polilinea
c_b731:meta_0001_0151_dt2022	DF1_DF5			metadato
MajorRoads_StrategicNoiseMaps_2022_RD_IT_0151.gpkg	DF4_DF8	AreeLden AreeLnight	ETRS89-GRS80	Multi poligono
c_b731:meta_0001_0151_dt2022	DF4_DF8	AreeLden		metadato
c_b731:meta_0001_0151_dt2022	DF4_DF8	AreeLnight		metadato
MajorRoads_StrategicNoiseMaps_LineString_2022_RD_IT_0151.gpkg	DF4_DF8	CurveLden CurveLnight	ETRS89-GRS80	polilinea
c_b731:meta_0001_0151_dt2022	DF4_DF8	CurveLden		metadato
c_b731:meta_0001_0151_dt2022	DF4_DF8	CurveLnight		metadato

Tab 5: RD_IT_0151_001_files non editabili presenti nella sotto-directory “Report”

Nome file	Tipologia	Descrizione	Codice Univoco
RD_IT_0151_report_2022.pdf	DF4_DF8	RELAZIONE Tecnica descrittiva	RD_IT_0151_001
RD_IT_0151_001_Lden_2022.pdf	DF4_DF8	Curve Lden	RD_IT_0151_001
RD_IT_0151_001_Lnight_2022.pdf	DF4_DF8	Curve Lnight	RD_IT_0151_001
RD_IT_0151_attachments_report_2022.pdf	DF4_DF8	ALLEGATI A e B alla Relazione Tecnica descrittiva	RD_IT_0151_001



10 riferimenti bibliografici

- [1] Direttiva Europea 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (END).
- [2] Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U.R.I. n. 222 del 23/9/2005).
- [3] Ministero della Transizione Ecologica, Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05), marzo 2022.
- [4] Ministero della Transizione Ecologica, Specifiche tecniche per la Predisposizione e consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05), marzo 2022.
- [5] Ministero della Transizione Ecologica, Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore – Linee Guida, marzo 2022.
- [6] Environmental Noise Directive 2002/49/EC(END)-Data model documentation version 4.1
- [7] Environmental Noise Directive-Reporting guidelines-DF1_5 Noise sources-December 2021
- [8] Environmental Noise Directive-Reporting guidelines-DF4_8 Strategic noise maps- December 2021, Version 1.1
- [9] Creating unique thematic identifiers for the END data model, luglio 2021, Version:1.0
- [10] GeoPackage Encoding Rule for Environmental Noise Directive Reporting Data, Luglio 2021, Versione 1.0
- [11] CLMS-EEA, CORINE Land Cover User Manual- Aprile 2021, Versione 1.0
- [12] European Commission Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure (GPG), Vr. 2, 13 August 2007
- [13] nota direttiva 2002/49/CE relativa alla gestione e determinazione del rumore ambientale: notifiche per la quarta fase.



Comune di Caravaggio

ALLEGATI

A grafici misure fonometriche

B certificati conformità fonometri