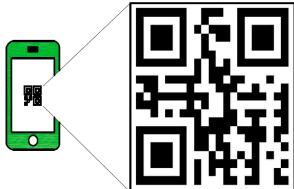


PROVINCIA DI BERGAMO
COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO (BG)
SETTORE TECNICO UFFICIO ECOLOGIA

MAPPATURA ACUSTICA
RETE STRADALE PROVINCIALE
(D.Lgs. 194/2005)

**Assi stradali principali con flusso veicolare
 superiore ai 3 milioni di veicoli**

COMMESSA	TIPOLOGIA ELABORATO	DATA ELABORATO	RIF. REVISIONE N.	REDATTO	
MB-09-BG 2017	RELAZIONE TECNICA	25/09/2017	00	stC srl	
GRADO INTERVENTO	TIPOLOGIA DI DOCUMENTO			QR code – Scan here 	
<input type="checkbox"/> PRELIMINARE	<input checked="" type="radio"/> PROGETTO	<input type="checkbox"/> APLIAMENTO			
<input type="checkbox"/> DEFINITIVO	<input type="checkbox"/> STATO DI FATTO	<input type="checkbox"/> SCIA			
<input type="checkbox"/> ESECUTIVO	<input type="checkbox"/> ADEGUAMENTO	<input type="checkbox"/> ALTRO			
SETTORE DI COMPETENZA					
<input type="checkbox"/> ANTINCENDIO	<input type="checkbox"/> IDRICO	<input type="checkbox"/> EDILE			
<input type="checkbox"/> ELETTRICO	<input type="checkbox"/> PSC	<input type="checkbox"/> ATEX			
<input type="checkbox"/> TERMICO	<input checked="" type="radio"/> ACUSTICA	<input type="checkbox"/> SEVESO			
N°.REV.	DESCRIZIONE REVISIONE				
00	Emissione primo documento				
REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO			
Ing. Moraldo Bosini	Ing. Moraldo Bosini	Dr.Ing. Comizzoli Ileano			

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	2/28

INDICE

1. OGGETTO	3
2. DESCRIZIONE DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI	4
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3.1 Normativa europea	5
3.2 Normativa nazionale	5
3.3 Normativa tecnica	5
4. ANALISI DELLA NORMATIVA DI LEGGE	7
4.1 Termini e definizioni	7
4.2 Definizione dei contenuti della mappatura acustica	12
4.3 Indicatori utilizzati per le mappature acustiche	12
5. METODOLOGIA DI STUDIO MAPPATURA ACUSTICA	15
5.1 Modello di simulazione acustica	15
6. ELABORATI MAPPATURA ACUSTICA	23
6.1 Elaborati cartografici in formato digitale (Report_Images)	23
6.2 Strati informativi	25
6.3 Tabella Dataflow (Reporting_Mechanism)	26
7. SINTESI DEI RISULTATI	27

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	3/28

1. OGGETTO

Oggetto del presente documento è l'illustrazione delle attività di redazione della mappatura acustica dell'asse stradale principale delle infrastrutture di competenza del Comune di Azzano San Paolo (BG) con traffico veicolare superiore ai 3 milioni/anno, secondo quanto previsto dall'Art. 3 e dall'Allegato 6 del D.Lgs. 194/05.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	4/28

2. DESCRIZIONE DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

La rete stradale con traffico superiore a 3 milioni di veicoli/anno di competenza del Comune di Azzano San Paolo è composta dai seguenti assi stradali principali:

– Via Cremaschina per una lunghezza di 1.650 Km (tratto di competenza comunale della S.S. 591) –

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	5/28

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 Normativa europea

- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

3.2 Normativa nazionale

- D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale”

- D. Lgs.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 e relative modifiche al D. Lgs. 194/2005.

- Linee guida redatte dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare denominate “Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle Mappature acustiche e Mappe acustiche strategiche” – aggiornamento 10 marzo 2017 e “Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore” – aggiornamento 10 marzo 2017.

3.3 Normativa tecnica

- UNI 9884:1997 “Acustica – Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”

- UNI 10855:1999 “Acustica – Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti”

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	6/28

- ISO 1996-1:1982 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures”
- ISO 1996-2:1987 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use”
- ISO 1996-3:1987 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 3: Application to noise limits”
- ISO 9613-1 “Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere”
- ISO 9613-2 “Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation”

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	7/28

4. ANALISI DELLA NORMATIVA DI LEGGE

A seguito del recepimento della Direttiva Europea 2002/49/CE lo Stato Italiano, con l'emanazione del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, si è impegnato a fornire alla Commissione Europea, nei tempi in essa stabiliti, una caratterizzazione acustica del territorio nazionale, attraverso l'elaborazione di mappe acustiche e mappe acustiche strategiche ed a sviluppare dei piani d'azione coordinati per il contenimento del rumore ambientale sulla base di criteri comuni ai diversi stati membri.

Le mappe acustiche e mappe acustiche strategiche costituiscono la base su cui redigere i piani di azione, ossia i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione, nei modi e nei tempi stabiliti dalle autorità competenti.

Il recepimento della Direttiva da parte dello stato Italiano ha come conseguenza l'adeguamento della normativa nazionale vigente ai principi comunitari da essa individuati e rappresenta il primo passo verso un più complesso processo di armonizzazione, che prevede l'emanazione di una serie di decreti attuativi attraverso cui provvedere nel tempo all'adeguamento dei regolamenti vigenti, anche in relazione alle future indicazioni e raccomandazioni della Commissione.

4.1 Termini e definizioni

Nell'ambito della normativa in oggetto si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- **agglomerato:** area urbana, individuata dalla regione o dalla provincia autonoma competente, costituita da uno o più centri abitati ai sensi dell'art. 3 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, contigui fra loro e la cui popolazione complessiva è superiore a 100.000 abitanti;
- **anno solare:** intervallo di giorni consecutivi compreso tra il 1 gennaio e il 31 dicembre dello stesso anno;
- **asse stradale principale:** un'infrastruttura stradale su cui transitano ogni anno più di 3.000.000 veicoli

MAPPAURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	8/28

- **centro abitato:** insieme di edifici, delimitato lungo le vie di accesso dagli appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, ancorché intervallato da strade, piazze, giardini o simili, costituito da non meno di 25 fabbricati o da aree di uso pubblico con accessi veicolari o pedonali sulla strada.
- **descrittore acustico:** la grandezza fisica che descrive il rumore ambientale in relazione ad uno specifico effetto nocivo;
- **determinazione:** qualsiasi metodo per calcolare, stimare o misurare il valore di un descrittore acustico od i relativi effetti nocivi;
- **effetti nocivi:** gli effetti negativi per la salute umana;
- **facciata silenziosa:** è la facciata dell'abitazione o dell'edificio caratterizzata da valori di L_{den} , a 4 metri di altezza dal suolo e a 2 m di distanza dalla facciata, inferiori al livello determinato sulla facciata più esposta di 20 dB.
- **fastidio:** la misura in cui, sulla base di indagini sul campo e di simulazioni, il rumore risulta sgradevole a una comunità di persone;
- **incertezza di misura:** parametro associato al risultato di una misurazione che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando.
- **livello L_{day} :** Livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare.
- **livello $L_{evening}$:** Livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare.
- **livello L_{night} :** Livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare.
- **livello giorno-sera-notte, L_{den} :** Livello, espresso in decibel ponderato A, determinato mediante la seguente relazione:

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

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	9/28

- **livello L_{Aeq} :** Livello continuo equivalente ponderato A, definito nella ISO 1996-2:1987.
- **livello L_{Aeqd} :** Livello continuo equivalente ponderato A per il tempo di riferimento diurno di 16 h consecutive dalle ore 06 alle ore 22.
- **livello L_{Aeqn} :** Livello continuo equivalente ponderato A per il tempo di riferimento notturno di 8 h consecutive dalle ore 22 alle ore 06 del giorno successivo.
- **livello $L_{Aeq,TL}$:** livello equivalente continuo di pressione sonora ponderata A relativo al tempo a lungo termine. Può riferirsi a:
 - I valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})_i} \right]$$

essendo N i tempi di riferimento considerati;

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un tempo di misura (TM) di 1 ora all'interno del tempo di osservazione nel quale si svolge il fenomeno in esame. $L_{Aeq, TL}$ rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TR})_i} \right]$$

dove i è il singolo intervallo di un'ora nell'iesimo TR.

È il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

- **livello L_e :** Livello del suono determinato ad una distanza dalla facciata dell'edificio compresa tra 0,5 e 2 m, comprensivo delle riflessioni prodotte dalla facciata.
- **livello L_i :** Livello del suono incidente sulla facciata dell'edificio con esclusione delle riflessioni provenienti da quest'ultima.
- **livello rappresentativo sull'anno solare; L_a :** Livello, espresso in decibel ponderato A, determinato per un prescelto periodo (diurno, serale, notturno) che tiene conto della variabilità nell'anno solare dell'emissione della sorgente e delle condizioni meteorologiche.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	10/28

- **mappatura acustica:** la rappresentazione di dati relativi ad una situazione di rumore 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;
- **mappatura acustica strategica:** una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona;
- **periodo diurno:** Intervallo di 14 h consecutive dalle ore 06 alle ore 20 dello stesso giorno.
- **periodo serale:** Intervallo di 2 h consecutive dalle ore 20 alle ore 22 dello stesso giorno.
- **periodo notturno:** Intervallo di 8 h consecutive dalle ore 22 alle ore 06 del giorno successivo.
- **periodo giorno-sera-notte:** Intervallo di 24 h consecutive dalle ore 06 alle ore 06 del giorno successivo.
- **piani di azione:** i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione;
- **pianificazione acustica:** il controllo dell'inquinamento acustico futuro mediante attività di programmazione, quali la classificazione acustica e la pianificazione territoriale, l'ingegneria dei sistemi per il traffico, la pianificazione dei trasporti, l'attenuazione del rumore mediante tecniche di insonorizzazione ed il controllo dell'emissione acustica delle sorgenti;
- **pubblico:** una o più persone fisiche o giuridiche e le associazioni, le organizzazioni o i gruppi di dette persone;
- **rumore ambientale:** i suoni indesiderati o nocivi in ambiente esterno prodotti dalle attività umane, compreso il rumore emesso da mezzi di trasporto, dovuto al traffico veicolare, al traffico ferroviario, al traffico aereo e proveniente da siti di attività industriale;
- **siti di attività industriale:** aree classificate V o VI ai sensi delle norme vigenti in cui sono presenti attività industriali quali quelle definite nell'allegato 1 al decreto 18 febbraio 2005, n. 59;

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	11/28

- **sorgente sonora specifica:** Sorgente sonora presa in esame; relativamente al campo di applicazione del presente documento essa può essere il traffico stradale, quello ferroviario, quello aeroportuale e l'attività svolta in siti di attività industriale (porti inclusi) come definiti nel D.Leg. 194/05 [2].
- **suono incidente:** Suono immesso dalla specifica sorgente sonora nella posizione di determinazione del descrittore acustico con esclusione della riflessione della facciata dell'edificio retrostante la posizione di determinazione.
- **unità abitativa:** Alloggio costituito da un solo locale o da un insieme di locali (stanze e vani accessori), costruito con quei requisiti che lo rendono adatto ad essere dimora stabile di una o più persone, anche nel caso in cui una parte sia adibita ad ufficio (studio professionale, ecc.). Dotato di almeno un accesso indipendente dall'esterno (strada, cortile, ecc.) o da spazi di disimpegno comune (pianerottoli, ballatoi, terrazze, ecc.) un accesso cioè tale che non comporti il passaggio attraverso altre abitazioni. Separato da altre unità abitative da pareti. Inserito in un edificio.
- **valori limite:** un valore di L_{den} o L_{night} e, se del caso, di L_{day} e $L_{evening}$ il cui superamento induce le autorità competenti ad esaminare o applicare provvedimenti di attenuazione del rumore; i valori limite possono variare a seconda della tipologia di rumore, dell'ambiente circostante e del diverso uso del territorio; essi possono anche variare riguardo a situazioni esistenti o nuove come nel caso in cui cambi la sorgente di rumore o la destinazione d'uso dell'ambiente circostante;
- **zona silenziosa di un agglomerato:** una zona delimitata dall'autorità comunale nella quale L_{den} , o altro descrittore acustico appropriato relativo a qualsiasi sorgente non superi un determinato valore limite;
- **zona silenziosa esterna agli agglomerati:** una zona delimitata dalla competente autorità che non risente del rumore prodotto da infrastrutture di trasporto, da attività industriali o da attività ricreative.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	12/28

4.2 Definizione dei contenuti della mappatura acustica

La Direttiva Europea 2002/49/CE individua due contesti territoriali in cui è prevista l'elaborazione delle mappe acustiche:

- agglomerati urbani
- aree sensibili esterne agli agglomerati

Alla valutazione e rappresentazione del rumore ambientale negli agglomerati urbani viene dato il nome di mappa acustica strategica. Con questo termine si intende una mappa finalizzata alla determinazione globale o previsione generale dell'esposizione al rumore dovuta alla presenza di sorgenti sonore di varia natura.

Le mappe acustiche strategiche relative agli agglomerati devono tenere conto del rumore emesso da tutte le sorgenti principali di seguito elencate:

- strade
- ferrovie
- aeroporti
- siti di attività industriale, inclusi i porti

Per ciascuna delle sorgenti sopra citate devono essere tracciate mappe acustiche distinte.

Al di fuori degli agglomerati, in corrispondenza delle aree sensibili, devono essere tracciate esclusivamente le mappe acustiche relative alle sorgenti sonore principali (strade, ferrovie, aeroporti).

4.3 Indicatori utilizzati per le mappature acustiche

Ai fini dell'elaborazione e della revisione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche sono utilizzati i descrittori acustici L_{den} ed L_{night} .

Il livello giorno-sera-notte (day-evening-night level) L_{den} .

Il livello giorno-sera-notte L_{den} , espresso in decibel A, è definito dalla seguente espressione:

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	13/28

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left[\frac{14}{24} \cdot (10^{L_{day}/10}) + \frac{2}{24} \cdot (10^{(L_{evening}+5)/10}) + \frac{8}{24} \cdot (10^{(L_{night}+10)/10}) \right] \text{ dB (A)}$$

dove

- L_{den} è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato “A”, determinato sull’insieme dei periodi giornalieri di un anno
- L_{day} è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato “A”, determinato sull’insieme dei periodi diurni di un anno
- $L_{evening}$ è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato “A”, determinato sull’insieme dei periodi serali di un anno
- L_{night} 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 ed è suddiviso nelle seguenti fasce orarie:

1. periodo diurno: dalle 6.00 alle 20.00
2. periodo serale: dalle 20.00 alle 22.00
3. periodo notturno: dalle 22.00 alle 6.00

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 L_{day} , $L_{evening}$ e L_{night} in facciata agli edifici esclude la componente riflessa dalla facciata retrostante e può essere eseguita applicando tecniche previsionali e/o di campionamento statistico. In entrambi i casi, le valutazioni devono essere effettuate ad un’altezza dal suolo di 4.0 ± 0.2 m (3.8 – 4.2 m). In campo libero il punto di misura può essere collocato ad una quota non inferiore ad 1.5 m. Nell’ipotesi in cui si eseguano misurazioni ad altezze diverse da quella di riferimento, i risultati devono essere riportati all’altezza equivalente di 4 m.

L’indicatore del rumore notturno L_{night}

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	14/28

Il descrittore del rumore notturno L_{night} è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato A, relativo ai periodi notturni di un anno, dove la notte è di 8 ore.

I livelli sonori equivalenti medi a lungo termine si riferiscono ad un periodo di osservazione di un anno per l'emissione acustica e ad un anno medio sotto il profilo meteorologico. Nel caso di misure eseguite in facciata alle abitazioni, i valori misurati devono essere corretti per eliminare la componente riflessa del segnale.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	15/28

5. METODOLOGIA DI STUDIO MAPPATURA ACUSTICA

L'obiettivo dello studio è quello di calcolare, all'interno del territorio di pertinenza degli assi stradali principali con traffico veicolare superiore ai 3 milioni/anno delle infrastrutture di competenza provinciale esistenti, le seguenti grandezze:

- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB(A) a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75;
- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB(A) a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70;
- la superficie totale, in km², il numero totale stimato di abitazioni, arrotondato al centinaio, e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, esposte a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB(A).

Il modello di simulazione utilizzato è stato elaborato appositamente in modo da poter essere implementato e quindi utilizzato anche nella futura fase di redazione dei piani d'azione. Inoltre, essendo uno strumento sostanzialmente "aperto", fornisce la possibilità di aggiornare il processo di elaborazione in qualunque momento ciò si renda necessario.

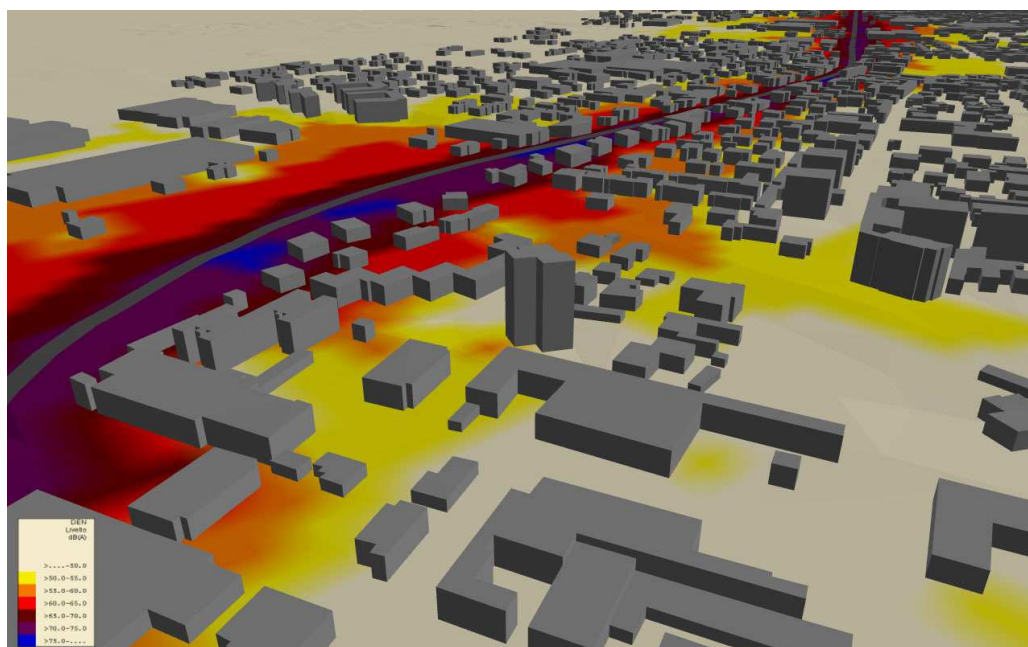
5.1 Modello di simulazione acustica

Il modello di simulazione utilizzato SoundPlan è conforme al metodo di calcolo ufficiale della Unione Europea indicato dalla *Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE)* e dall'all. 2 del d.lg. 194/2005 (metodo NMPB – Routes 96 (SETRA – CERTU – LCPC – CSTB citato nell' "arreté du 5 mai 1995 relatif du bruit des infrastructures routieres, journal officiel du 10 mai 1995, artiche 6" e nella norma francese "XPS 31-133").

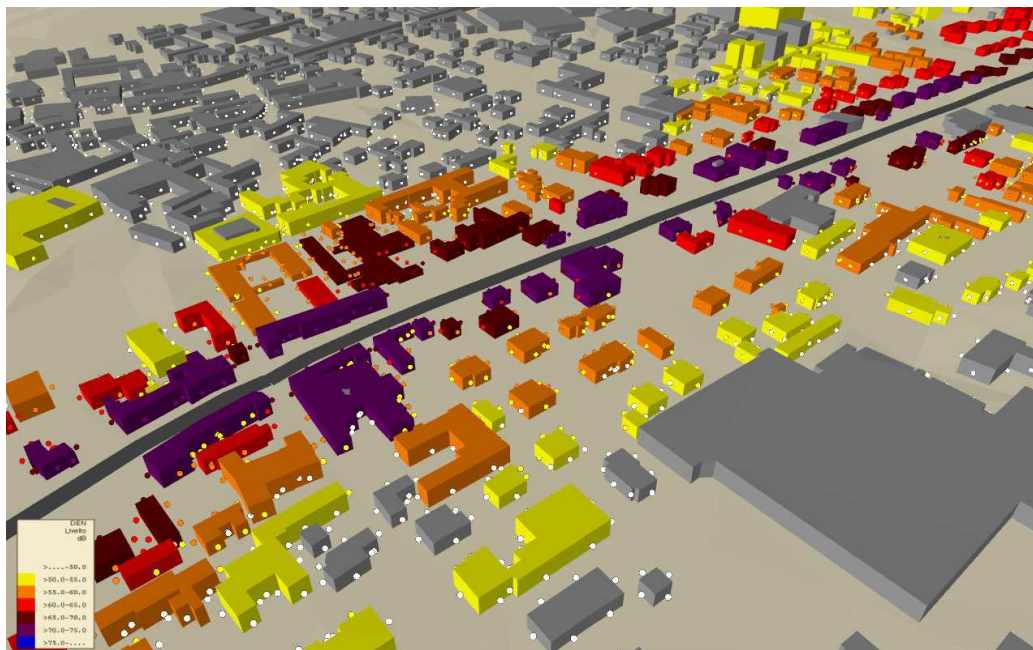
MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	16/28

Il modello contempla la suddivisione temporale secondo i periodi diurno, serale e notturno permettendo il calcolo delle mappe acustiche e dei livelli in facciata agli edifici L_{day} , $L_{evening}$ ed L_{night} e la derivazione automatica da questi del valore del descrittore acustico L_{den} secondo la formula riportata nel Paragrafo 4.3, in forma di mappa acustica o puntuale.

Lo studio per l'elaborazione della mappatura acustica è stato sviluppato con l'ausilio di un Sistema Informativo Integrato Territoriale (GIS) sulla base delle informazioni contenute nel database topografico dell'intero territorio della Città Metropolitana di Milano aggiornato al 2015.



Visualizzazione modello acustico tridimensionale con mappa del rumore



Visualizzazione modello acustico tridimensionale con risultati calcolo in facciata

Sono stati raccolti, archiviati, organizzati, analizzati e resi disponibili, a diversi livelli di dettaglio e nei formati più appropriati, i dati relativi a:

- Tracciato stradale con dettaglio altimetrico mediante linee quotate della sede stradale, delle intersezioni a livelli sfalsati, della presenza di tratti in trincea o rilevato, ponti, cavalcavia e svincoli
- Localizzazione e caratteristiche geometriche degli edifici (perimetro, altezza e forma) ed identificazione destinazione d'uso;
- Localizzazione degli edifici sensibili (strutture sanitarie e scolastiche);
- Andamento altimetrico del terreno tramite punti quotati;
- Perimetro delle aree con specifiche caratteristiche di attenuazione dell'onda sonora (tipo di copertura suolo);
- Localizzazione e caratterizzazione dimensionale di ostacoli naturali o artificiali alla propagazione sonora e loro proprietà di assorbimento dell'onda sonora (compreso le barriere antirumore esistenti);

I flussi del traffico veicolare medio divisi nel periodo diurno, serale e notturno, diversificati in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità media di percorrenza, sono stati ricavati dai dati rilevati dal Centro Studi Traffico di Milano nel Comune di Azzano San Paolo nel periodo 2011 e confrontati con i dati della rete stradale contigua della Città di Bergamo.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	18/28

Ogni infrastruttura stradale comunale in esame è stata quindi suddivisa in archi con flussi di traffico uniformi. Per ogni arco stradale è stato impostato il valore medio del traffico (espresso come n.ro di veicoli/ora), valutato sul periodo temporale di un anno, diviso in periodo diurno, serale e notturno diversificato in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità di percorrenza in base ai dati di input sopra indicati. Quando il volume di traffico in un arco presenta una variazione maggiore del 50% rispetto all'arco iniziale, secondo le progressive chilometriche, o nel caso di tratti stradali separati geograficamente l'infrastruttura è stata suddivisa in sezioni distinte.

Per quanto concerne la stima della velocità di percorrenza le velocità medie per categoria di veicoli per ciascun periodo di riferimento sono state definite con valori medi per tipologia di strada (ad alto scorrimento, extraurbane, tratti di attraversamento urbano) alla luce anche dei risultati puntuali forniti dai rilievi di traffico.

I flussi di traffico sono stati considerati continui, anche in presenza di intersezioni semaforiche. Sono state apportate correzioni per casi particolari come la presenza di rotatorie e svincoli, in corrispondenza dei quali i valori di velocità del flusso di traffico continuo sono stati decrementati.

Caratterizzata l'entità e la composizione del traffico per ogni arco stradale, il modello ha permesso le seguenti elaborazioni:

- calcolo dei livelli di rumore secondo i descrittori acustici L_{den} ed L_{night} ad una altezza di riferimento costante rispetto alla quota del terreno (4 metri) in forma di mappa sull'intero territorio interessato;
- calcolo in forma puntuale del livello massimo in facciata sui singoli ricettori residenziali.

L'area di indagine è stata estesa ai lati della infrastruttura stradale oggetto di studio per una copertura territoriale sufficiente a garantire il raggiungimento almeno del valore L_{den} 55 dB(A) o del valore L_{night} 50 dB(A).

Per la determinazione dei livelli L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} ed L_{den} in facciata degli edifici il modello è stato impostato con l'esclusione della componente riflessa della facciata dell'abitazione considerata, considerando quindi unicamente il suono incidente, secondo quanto previsto all'Allegato 1 della Direttiva 2002/49/CE.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	19/28

Il livello di pressione sonora calcolato è funzione dell'entità e composizione del traffico negli archi dell'infrastruttura stradale oggetto di studio nei periodi di riferimento diurno, serale e notturno e tiene conto dell'attenuazione della potenza acustica causata da fenomeni quali:

- Divergenza geometrica;
- Assorbimento atmosferico;
- Effetto del terreno;
- Diffrazione da ostacoli;
- Riflessioni da ostacoli artificiali.

La morfologia del terreno è stata ricreata costruendo un modello digitale tridimensionale del terreno a partire dalle informazioni dei punti quotati presenti nel database topografico della Città di Bergamo con l'inserimento, ove presente, degli interventi di mitigazione acustica esistenti (barriere antirumore).

Il coefficiente di assorbimento del terreno è stato impostato con un valore medio di $G = 0.5$ per le zone residenziali, introducendo aree con valore superiore nelle zone extraurbane (campi, boschi, parchi) senza presenza di edifici.

Gli edifici sono stati modellizzati come elementi riflettenti, con coefficiente di riflessione pari a 0.8.

È stata considerata una pavimentazione stradale in asfalto standard, senza proprietà fonoassorbenti, non applicando nessuna correzione all'emissione delle sorgenti stradali.

Come dati di temperatura ed umidità sono stati utilizzati valori medi considerati per l'area oggetto di studio. L'occorrenza statistica di condizioni meteo favorevoli alla propagazione delle onde sonore è stata impostata su tutte le direzioni della rosa dei venti pari a 50% nel periodo di riferimento diurno, 75% nel periodo serale, 100% nel periodo notturno, in forma cautelativa, secondo quanto prescritto dalle linee guida della Commissione Europea (WGAEN - Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure).

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	20/28

Il calcolo è stato impostato con i seguenti principali parametri:

Parametri generali

- Quota sul livello del terreno del grigliato di calcolo 4m;
- Semiampiezza del corridoio di analisi 1000 metri
 - O comunque tale da raggiungere L_{den} 55 dB(A);
- Numero di riflessioni 1;
- Temperatura dell'aria 15°C;
- Umidità relativa dell'aria 60%;
- Pressione atmosferica 101,325Kpa.

Parametri specifici calcolo mappe acustiche

- Passo del reticolo di calcolo lungo la coordinata x 10 m;
- Passo del reticolo di calcolo lungo la coordinata y 10 m.

Parametri specifici calcolo in facciata edifici

- Distanza punto ricevitore dalla facciata 0,05 m;
- Campo libero a ridosso della facciata (esclusione riflessione diretta) 0.5 m;
- Lunghezza minima facciata per il posizionamento di un punto ricevitore al centro della stessa 5 m;
- Lunghezza minima facciata per il posizionamento di un secondo punto ricevitore sulla stessa 30 m.

Mediante il calcolo in facciata ad ogni edificio e quindi alla popolazione in esso contenuta sono stati assegnati i livelli L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} ed L_{den} . L'assegnazione del valore è stata effettuata valutando il punto di massima esposizione stimato dal modello secondo il descrittore L_{den} .

Sulla base del dato medio comunale ISTAT 2017 "m² per residente", della volumetria degli edifici residenziali desunta dalle informazioni cartografiche disponibili e dei risultati delle simulazioni acustiche, mediante software G.I.S. sono stati calcolati per ogni sezione delle infrastrutture oggetto di studio:

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	21/28

- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB(A) a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 (desunto dai risultati del calcolo in facciata);
- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB(A) a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 (desunto dai risultati del calcolo in facciata);
- la superficie totale, in km², il numero totale stimato di abitazioni, arrotondato al centinaio, e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, esposte a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB(A) (superficie desunta dai risultati del calcolo della mappa acustica, numero abitazioni e numero persone desunti dai risultati del calcolo in facciata).

La popolazione assegnata a ciascun edificio residenziale è stata calcolata a partire dai seguenti dati:

- dato medio comunale ISTAT 2017 “m² per residente”
- area di base dell’edificio (da aerofotogrammetrico comunale o C.T.R.)
- altezza di gronda dell’edificio (da aerofotogrammetrico comunale, da informazioni medie fornite dal Comune, da foto satellitari, foto stroboscopiche)
- altezza media piano (considerato un valore medio di 3 m) mediante la formula:

$$Popolazione_{ed} = Area_{di\ base_e} \times Altezza_{ed} / 3 / mq_{residente}$$
(dove il parametro $mq_{residente}$ è stato ricavato in base alla SLP totale degli edifici interni a ciascuna cella censuaria).

Il numero di persone ed il numero di abitazioni esposte è stato calcolato come somma della popolazione e del numero di abitazioni il cui livello massimo di esposizione, in base ai risultati del calcolo in facciata, sia compreso negli intervalli di livello L_{den} ed L_{night} richiesti dalla normativa.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	22/28

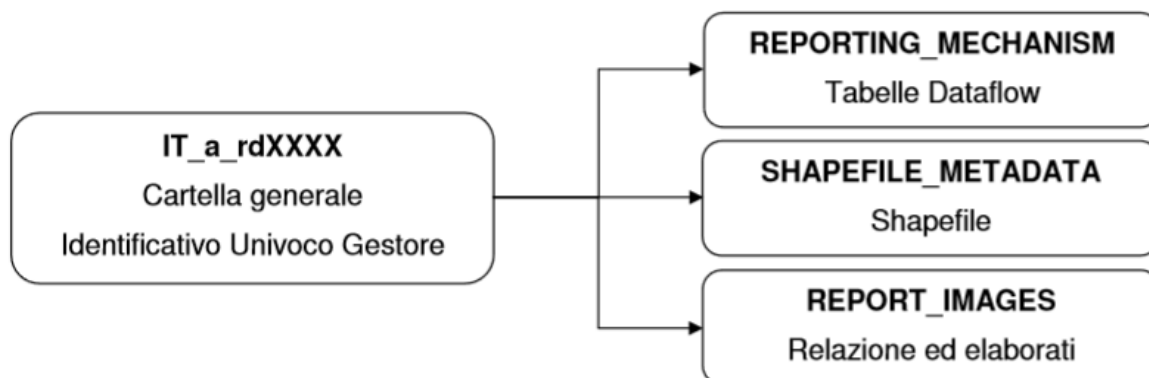
La superficie totale esposta in km² è stata calcolata come somma delle aree delle celle elementari della griglia di simulazione il cui livello, in base ai risultati del calcolo della mappa acustica, superi i livelli *L_{den}* richiesti dalla normativa.

Per la stima delle aree, degli edifici e della popolazione esposta, secondo le classi richieste dalla normativa, i valori dei livelli sonori calcolati dal modello sono stati arrotondati all'intero.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	23/28

6. ELABORATI MAPPATURA ACUSTICA

La documentazione predisposta per l'invio al Ministero dell'Ambiente e successivamente alla Comunità Europea è organizzata secondo il seguente schema:



6.1 Elaborati cartografici in formato digitale (Report_Images)

Per l'asse stradale principale provinciale con traffico veicolare superiore ai 3 milioni di veicoli/anno di competenza comunale è stato predisposto il seguente elaborato in formato digitale pdf dimensione A3:

Pagina di copertina contenente:

- nome gestore, nome infrastruttura oggetto di studio, codici identificativi ed individuazione geografica all'interno del territorio comunale;

Prima pagina contenente:

- una sintesi non tecnica esplicativa di presentazione del documento;

Seconda pagina contenente:

- una descrizione generale dell'infrastruttura stradale: ubicazione, lunghezza, divisione in sezioni e relativi flussi di traffico;
- Tabella contenente per ogni sezione il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati esposte a

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	24/28

ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB(A) a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75;

– Tabella contenente per ogni sezione il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati urbani esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB(A) a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70;

– Tabella contenente per ogni sezione la superficie totale, in km², il numero totale stimato di abitazioni, arrotondato al centinaio, e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, esposte a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB(A).

Tavole grafiche:

– Tavola di inquadramento geografico che presenta l'inquadramento dell'intero territorio interessato dall'infrastruttura in oggetto, la distribuzione delle infrastrutture concorrenti di altri gestori, i limiti amministrativi comunali, la suddivisione in sezioni (a diverso traffico o per diversa ubicazione geografica) se presente, il quadro d'unione delle tavole di dettaglio.

– Tavole di dettaglio con mappe dell'esposizione massima in facciata degli edifici residenziali - Scala 1:10.000 che presentano il dettaglio dell'esposizione massima in facciata valutata a 4 metri di altezza degli edifici residenziali secondo i descrittori acustici L_{den} ed L_{night} mediante una scala cromatica classificata in base agli intervalli di livello L_{den} 55- 59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 ed L_{night} 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70; viene evidenziata l'ubicazione dei ricettori sensibili di tipo scuola od ospedale ed assimilabile.

Per la stima delle aree, degli edifici e della popolazione esposta, secondo le classi richieste dalla normativa, i valori dei livelli sonori calcolati dal modello sono stati arrotondati all'intero.

Le tavole grafiche riportano come sfondo cartografico di riferimento l'aerofotogrammetrico comunale (in assenza della Carta Tecnica Regionale).

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	25/28

6.2 Strati informativi

Per ogni asse stradale principale provinciale con traffico veicolare superiore ai 3 milioni di veicoli/anno sono stati presentati i seguenti strati informativi in formato digitale georeferenziati secondo il sistema di riferimento WGS84, adottando la proiezione cilindrica trasversa di Gauss, nella versione UTM (Universal Transverse Mercator):

- Tracciato dell'asse stradale principale oggetto di studio, contenente informazioni in merito alla lunghezza e al traffico dell'asse;
- Curve di isolivello L_{den} 55, 60, 65, 70, 75 dB(A);
- Curve di isolivello L_{night} 50, 55, 60, 65, 70 dB(A);
- Superfici corrispondenti agli intervalli di livello L_{den} 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 contenente informazioni in merito alla popolazione esposta;
- Superfici corrispondenti agli intervalli di livello L_{night} 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 contenente informazioni in merito alla popolazione esposta.

La struttura degli strati informativi segue i dettami del documento "Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa a mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) – Specifiche Tecniche" redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare aggiornato 10 marzo 2017.

Negli strati informativi presentati in formato digitale ogni infrastruttura stradale è stata identificata attraverso un codice univoco che caratterizza i files relativi:

IT_a	_DFX_2017_Roads	_IT_a_rd0124	_XXX
Codice stato che identifica l'italia	Data Flow Anno di riferimento Tipologia di infrastruttura	Codice identificativo del gestore dell'infrastruttura (Comune di Azzano San Paolo)	Contenuto

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	26/28

6.3 Tabella Dataflow (Reporting_Mechanism)

È stata predisposta la documentazione in forma tabellare elaborata utilizzando i modelli del Reporting Mechanism messi a disposizione dalla Commissione europea tramite il portale EIONET:

- a) La notifica degli assi stradali principali su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno, utilizzando i modelli del DF1_5;
- b) le informazioni relative alle autorità competenti per le mappature acustiche e la raccolta dei dati, utilizzando i modelli del DF2;
- c) la redazione della mappatura acustica, secondo quanto indicato nell'Allegato 6 del D.Lgs. 194/05, utilizzando i modelli del DF4_8.

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	27/28

7. SINTESI DEI RISULTATI

Le tabelle con i risultati della mappatura acustica, secondo quanto descritto al par. 5.1, sono riportate negli elaborati relativi a ciascuna infrastruttura in oggetto.

Le caratteristiche delle infrastrutture mappate sono le seguenti:

Lunghezza complessiva rete stradale mappata: 1.650 mt.


Numero strade oggetto di studio: 01

Numero sezioni: 01

Nella seguente tabella vengono riportati per il territorio del Comune di Azzano San Paolo oggetto di indagine, i valori globali di superficie territoriale, edifici ed abitanti, esposti a livelli dell'indicatore L_{den} superiori a 55, 65 e 75 dB(A), risultanti dalla mappatura degli assi stradali principali effettuata:

	> Lden 55 dB(A)	> Lden 65 dB(A)	> Lden 75 dB(A)
Superficie [km2]	1.0	0.3	0.0
Edifici	250	70	0
Abitanti	1.300	500	0

Tali dati sono riportati negli elaborati, secondo le modalità richieste dalle specifiche tecniche ministeriali e dalle linee guida comunitarie, con arrotondamento al centinaio.

	<p>Il Tecnico Competente Ing. Moraldo BOSINI (Decr. Reg. Lomb. n° 9312 del 20.06.2005)</p>
	

MAPPATURA ACUSTICA	COMUNE DI AZZANO SAN PAOLO	Data stesura doc:	Pag.
		25/09/2017	28/28

Comune di Azzano San Paolo

Settore Tecnico

Ufficio Ecologia

Piazza IV Novembre, 23

24052 Azzano San Paolo

Tel: 035 532219

Fax: 035 530073

www.comune.azzanosanpaolo.gov.it

e-mail: settore.servizitecnici@comuneazzanosanpaolo.gov.it

Gruppo di Lavoro:

Comune di Azzano San Paolo:

Dirigente: Rossano Consoli

Responsabile del Procedimento: Rossano Consoli

Referente Ufficio Ecologia: Edvige Stoppa

stC srl engineering group

Ing. Moraldo Bosini